

doi:10.11937/bfyy.20170276

六种铜制剂对苹果树腐烂病菌抑制作用的 持效期及影响因素

郭永斌, 田苗, 王亚南, 胡同乐, 王树桐, 曹克强

(河北农业大学 植物保护学院, 河北 保定 071000)

摘 要:以生产上常用的6种铜制剂为供试药剂,以80%代森锰锌可湿性粉剂和29%石硫合剂水剂为对照,采用改良的孢子萌发法,测定了不同铜制剂对苹果树腐烂病菌分生孢子萌发抑制作用的持效期,并进一步测定了光照和降雨对药剂持效期的影响以及各药剂在果树叶片上的展着性,为铜制剂的田间正确应用及防治苹果树腐烂病提供参考。结果表明:6种供试铜制剂中,倍量式波尔多液($\text{Cu}:\text{CaO}:\text{H}_2\text{O}=1:2:200$)对苹果树腐烂病菌分生孢子萌发的抑制率最高,持效期长达20 d以上,且药后20 d抑菌率仍达87.97%,光照和降雨对其抑菌作用无显著性影响,药剂在叶正面和叶背面展着性适中。77%硫酸铜钙可湿性粉剂和12%松脂酸铜乳油也具有较长的持效期,但降雨和光照对其防效有不同程度的影响。2种对照药剂中的29%石硫合剂水剂的持效期、抗光解和抗雨水冲刷能力都略次于倍量式波尔多液。而80%代森锰锌可湿性粉剂则持效期短,光照和降雨对其抑菌作用影响显著。推荐使用倍量式波尔多液进行田间防控苹果树腐烂病。

关键词:苹果腐烂病;铜制剂;抑菌作用;持效期;影响因素

中图分类号:S 436.611.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)16-0061-07

苹果树腐烂病是目前威胁我国苹果产业的最主要病害之一,截至2008年,全国范围内苹果树腐烂病的总体病株率为52.7%,部分地区发病率高达85%以上^[1]。2011年,山东烟台产区腐烂病再次猖獗发生^[2]。该病病原为黑腐皮壳菌(*Valsa mali* Miyabe et Yamada),可以侵害苹果树的主

枝、主干、果实等多个部位,导致树皮腐烂、树势衰弱、苹果产量和品质下降^[3],严重时引起主干、大枝以及整树枯死,甚至造成毁园^[4]。

研究表明,苹果树腐烂病一年有2次发病高峰期^[5]。王巩南等^[6]通过对徐州淮阴等地果园腐烂病发生情况调查,认为苹果树腐烂病菌全年均可侵染果树。曹克强等^[7]发现,冬季的大雾天气,病部能够释放出脓状的分生孢子角,甚至在雪后枝干上有积雪时,病菌也能够释放出孢子角。WANG等^[8]通过人工接种和修剪工具传病检测,进一步验证了冬季病害传播的可能。

由于苹果树腐烂病菌存在的普遍性和病菌侵染的全年性,药剂的持效期就显得尤为重要。腐烂病的防控中,保护剂和专用药剂使用混乱。部分保护剂持效期短,不能在病菌的侵染时期全程保护枝干^[9]。调查显示,当前我国苹果园防控使用的保护性杀菌剂主要是铜制剂和有机硫类,其

第一作者简介:郭永斌(1990-),男,硕士研究生,研究方向为植物病害流行与综合防治。E-mail: bdstwang@163.com.

责任作者:王树桐(1975-),男,博士,教授,现主要从事植物病害流行与综合防控等研究工作。E-mail: bdstwag@163.com.

基金项目:国家重点研发计划“苹果化肥农药减施增效技术集成研究与示范”资助项目(2016YFD0201100);国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(201203034);国家苹果产业技术体系资助项目(CARS-28)。

收稿日期:2017-04-06

中使用次数最多的是波尔多液和代森锰锌,使用概率均为 13.1%,其它化学结构类别有无机硫类和取代脲类,如代森锌、丙森锌、异菌脲等,但使用概率较小^[10]。

铜制剂杀菌范围广,不易诱导病菌产生抗药性,安全性强,对常见的真菌、细菌病害都有较好的防治作用,且耐雨水冲刷,持效期长,100 多年来被广泛用于植物病害防治^[11-12]。近年来,随着铜制剂农药的多样化,对铜制剂的选用也有了更多的选择。赵建戟等^[13]对苹果园中常用的 5 种铜制剂的性能和施用技术进行了介绍,史双院等^[14]也对果园常用的 11 种铜制剂的特性、注意事项作了描述。更多的学者对果园中使用较广泛的波尔多液、石硫合剂的特性及使用技术进行了较为详尽的阐述,但并未开展更深入的研究。一般认为,铜制剂的持效期较长、较耐雨水冲刷,但针对某种具体的常用的铜制剂来说,其持效期是几天,降雨对药效影响有多大,雨后多久需要进行下一次补喷等问题还缺乏试验证据。沈倩等^[15]测定了 200 倍倍量式波尔多液防治苹果轮纹病的持效期及田间环境因素对其持效期的影响,对 200 倍倍量式波尔多液进行了综合评价。但铜制剂在防治苹果树腐烂病时的持效期是否有类似表现还有待试验验证。展着性好的农药能够在施药后很短的时间内均匀分布到植物的茎叶上,增强药效。不同铜制剂的展着性有何差异,尚不明确。

该研究选取果园生产中常用的 6 种铜制剂,采用改良的孢子萌发法测定光照、降雨等因素对药效的影响;并将展着性作为铜制剂的一个指标,测试了不同铜制剂展着性的差异,旨在筛选出在防治苹果腐烂病方面表现突出的铜制剂,为铜制剂的田间正确应用及提高对苹果树腐烂病的防治效果提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试苹果树位于河北农业大学西校区,国家苹果产业技术体系苹果病虫害防控实验基地,腐烂病菌分生孢子采自实验基地中发病的 5 年生盆栽‘富士’枝条。

供试药剂:铜制剂,80%波尔多液可湿性粉

剂,美国仙农有限公司;77%硫酸铜钙可湿性粉剂,江苏龙灯化学有限公司;37.5%氢氧化铜悬浮剂,澳大利亚纽发姆有限公司;12%松脂酸铜乳油,天津施普乐有限公司;倍量式波尔多液 200 倍液($\text{Cu}:\text{CaO}:\text{H}_2\text{O}=1:2:200$),河北农业大学植物病害流行与综合防治研究室配制;99%分析纯硫酸铜晶体,天津天大化工实验厂。对照药剂,80%代森锰锌可湿性粉剂,陶氏益农;29%石硫合剂水剂,天津汇源化学品有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 分生孢子的获得

采集接种苹果树腐烂病菌后发病的枝条,用自来水冲洗枝条表面去除灰尘杂物,用 5%次氯酸钠溶液浸泡 5 min 表面消毒,然后用无菌水漂洗去除次氯酸钠溶液,在消毒的保湿器中保湿以产生分生孢子角。按照 NY/T1156.1-2006(农药室内生物测定试验准则 杀菌剂第 1 部分:抑制病原真菌孢子萌发试验 凹玻片法)中试材准备方法,用无菌拨针挑取孢子角溶解在灭菌的去离子水中,4 层无菌纱布过滤后 $1\,000\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 5 min,弃上清液,再加入灭菌去离子水悬浮沉淀, $1\,000\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 再离心。用灭菌去离子水将孢子重悬浮至 1×10^6 个 $\cdot\text{mL}^{-1}$,并加入灭菌的 0.5%葡萄糖溶液备用。

1.2.2 药剂对病菌孢子萌发抑制作用持效期的测定

参照叶振风等^[16]测定杀菌剂抑制梨腐烂病菌孢子萌发的试验方法,将供试药剂按照推荐浓度进行稀释。其中,代森锰锌和石硫合剂为阳性对照,无菌水作为空白对照。对孢子萌发法^[17]进行如下改进:用移液器吸取 30 μL 药液均匀滴于载玻片上,分别间隔 1、3、7、10、15、20 d 后,再将 30 μL 分生孢子悬浮液滴于载玻片的药液上,25 $^{\circ}\text{C}$ 黑暗条件下保湿培养 8 h 后采用 5 点取样法镜检计数分生孢子萌发情况,每个处理总计检查不少于 200 个分生孢子,计算孢子萌发率和药液对孢子萌发的抑制率。每处理设置 3 个玻片,试验重复进行 3 次。药剂对孢子萌发相对抑制率计算方法参照 NY/T1156.1-2006,孢子萌发率(%)=孢子萌发数/镜检孢子总数 $\times 100$;校正孢子萌发率(%)=(处理孢子萌发率/空白对照孢子萌发率) $\times 100$;孢子萌发相对抑制率(%)=(空白

对照孢子萌发率—处理校正孢子萌发率)/空白对照孢子萌发率×100。

1.2.3 光照和降雨对铜制剂药效的影响

为明确田间光照和降雨对铜制剂药效的影响,试验设置光照淋雨、光照避雨、避光淋雨、避光避雨 4 种处理。光照处理即直接将滴有药液的载玻片置于光照处;避光处理即对滴有药液的载玻片覆盖遮光网,再置于光照处;淋雨处理即在接种孢子前 1 d 对准着药载玻片喷水,模拟雨量为中雨量(降雨量 20 mm),避雨处理即不进行模拟降雨。施药后,将玻片置于不同条件下,采用 1.2.2 的方法,分别测定施药后 1、3、7、15、20 d 各处理的孢子萌发率,并计算相对抑制率。

1.2.4 药剂展着性测定

选取 3、7、11 叶龄的‘富士’苹果叶片,将不同铜制剂按推荐浓度进行稀释,用移液器吸取 30 μL 药液滴加在叶正面主脉一侧,自然晾干后,测量其扩散面积作为药剂展着性衡量标准。以石硫合剂、代森锰锌和清水作对照。每个药剂浓度处理 3 个叶片,试验重复进行 3 次。叶背面同上处理。

1.3 数据分析

试验数据利用 Micorsoft Excel 2003 软件整理,SPSS 19.0 数据分析软件处理,采用多元统计分析,Tukey 显著性检验进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 室内条件下药剂抑制作用持效期测定结果

该研究以抑制 50%以上的苹果树腐烂病菌分生孢子萌发作为药剂持效期的评价指标。由表 1 可知,37.5% 氢氧化铜悬浮剂 600 倍液、12% 松脂酸铜乳油 200 倍液、29% 石硫合剂水剂 70 倍液、倍量式波尔多液 200 倍液和 99% 硫酸铜 200 倍液对病菌分生孢子具有较好的抑制作用,施药后 20 d 抑制率均在 50%以上,这 5 种药剂持效期均达 20 d 以上;77% 硫酸铜钙可湿性粉剂 700 倍液持效期达 15 d 以上,但小于 20 d;80% 波尔多液可湿性粉剂 400 倍液和 80% 代森锰锌可湿性粉剂 700 倍液的持效期达 7 d 以上,但小于 15 d。

表 1 施药后不同时间供试药剂对苹果树腐烂病菌分生孢子萌发的抑制作用

Table 1 Inhibition of copper pesticides against conidial germination of *Valsa mali* after different days post to application %

药剂名称 Chemical	稀释倍数 Dilution ratio	施药后时间 Days after treatment/d				
		1	3	7	15	20
80%波尔多液 WP	400	81.18±1.26e	80.79±0.78e	79.22±1.13c	44.57±0.69f	37.91±6.04de
80% Bordeaux mixture WP						
77%硫酸铜钙 WP	700	85.10±1.41d	84.60±0.99d	78.82±0.99c	56.65±0.61e	43.92±1.48d
77% Copper calcium sulphate WP						
37.5%氢氧化铜 SC	600	95.69±0.45b	89.67±1.16c	87.19±1.59b	78.43±0.99c	76.60±2.10b
37.5% Copper hydroxide SC						
12%松脂酸铜 EC	200	90.07±1.02c	95.82±0.26b	87.19±1.12b	86.54±1.29b	83.79±1.14ab
12% Resin acid copper salt EC						
29%石硫合剂 SL	70	100.00±0.00a	100.00±0.00a	90.20±1.26b	65.49±1.26d	61.05±0.86c
29% Lime sulphur SL						
倍量式波尔多液 Cu : CaO : H ₂ O=1 : 2 : 200	200	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	88.76±0.80ab	87.97±1.16ab
Lime times bordeaux mixture						
99%硫酸铜晶体	200	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	91.63±0.35a	90.85±0.34a
99% Cupric sulfate						
80%代森锰锌 WP	700	96.63±0.34ab	96.52±0.45b	85.11±1.41b	31.02±1.38g	29.12±1.14e
80% Mancozeb WP						

注:表中数据为平均值±标准误,同列不同小写英文字母表示在 P<0.05 水平上差异显著(Tukey 法)。

Note: Data in the Table are mean±SE and different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level (Tukey test).

由表 1 还可知,施药后 1 d,29%石硫合剂 70 倍液、倍量式波尔多液 200 倍液和 99%硫酸铜 200 倍液对病菌分生孢子的抑制率显著大于 80% 波尔多液可湿性粉剂 400 倍液、77%硫酸铜钙可

湿性粉剂 700 倍液、37.5%氢氧化铜悬浮剂 600 倍液、12%松脂酸铜乳油 200 倍液,且均高于 80%。药后 7 d,各药剂对分生孢子的抑制率均仍在 78%以上。药后 20 d,99%硫酸铜 200 倍液抑

制率最高,为 90.85%;倍量式波尔多液 200 倍液、12%松脂酸铜乳油 200 倍液和 37.5%氢氧化铜悬浮剂 600 倍液的抑制率显著大于 29%石硫合剂 70 倍液;80%波尔多液可湿性粉剂 400 倍液和 77%硫酸铜钙可湿性粉剂 700 倍液的抑制率已不足 50%;80%代森锰锌可湿性粉剂 700 倍液的抑制率为 29.12%。

2.2 光照和降雨对供试铜制剂药效的影响

施药后 7 d,光照和降雨会不同程度地降低药效。由表 2 可知,倍量式波尔多液 200 倍液和 99%硫酸铜 200 倍液在 4 种条件下对分生孢子的

相对抑制率均为 100.00%,即降雨和光照对这 2 种药剂的抑制作用无显著影响。37.5%氢氧化铜悬浮剂 600 倍液和 29%石硫合剂水剂 70 倍液在 4 种条件下的相对抑制率均在 90%左右,降雨和光照对其抑制作用影响不显著。光照淋雨条件下 80%波尔多液可湿性粉剂 400 倍液对病菌孢子的相对抑制率为 68.45%,与其它 3 种条件的抑制率存在显著性差异。光照避雨、避光淋雨、避光避雨条件下 80%波尔多液可湿性粉剂 400 倍液对病菌分生孢子的相对抑制率分别为 79.21%、80.03%、82.14%,差异性不显著。

表 2 药后 7 d 4 种条件下药剂对腐烂病菌分生孢子的相对抑制率

药剂编号 Pesticides number	稀释倍数 Dilution ratio	处理 Treatment				%
		光照淋雨 Illuminate and soppy	光照避雨 Illuminate and dry	避光淋雨 Shady and soppy	避光避雨 Shady and dry	
80%波尔多液 WP	400	68.45±0.92b	79.21±1.13a	80.03±0.99a	82.14±0.86a	
80% Bordeaux mixture WP						
77%硫酸铜钙 WP	700	65.23±1.31c	78.86±0.99b	79.12±0.91b	88.69±0.91a	
77% Copper calcium sulphate WP						
37.5%氢氧化铜 SC	600	85.14±1.38a	87.25±1.59a	86.11±0.86a	89.15±0.86a	
37.5% Copper hydroxide SC						
12%松脂酸铜 EC	200	65.10±0.82b	87.11±1.12a	69.00±1.29b	90.01±1.02a	
12% Resin acid copper salt EC						
29%石硫合剂 SL	70	86.14±1.14b	90.15±1.26ab	88.73±0.92ab	92.27±1.14a	
29% Lime sulphur SL						
倍量式波尔多液 Cu:CaO:H ₂ O=1:2:200	200	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	
Lime times bordeaux mixture						
99%硫酸铜晶体	200	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	
99% Cupric sulfate						
80%代森锰锌 WP	700	34.55±2.52c	85.11±1.41b	37.88±2.36c	97.61±0.45a	
80% Mancozeb WP						

注:表中数据为平均值±标准误,同行不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著(Tukey 法)。

Note: Data in the Table are mean±SE and different lowercase letters in the same line indicated significant difference at 0.05 level(Tukey test).

77%硫酸铜钙可湿性粉剂 700 倍液在光照避雨和避光淋雨条件下对病菌分生孢子的相对抑制率无显著差异,分别为 78.68%和 79.12%,二者显著低于避光避雨条件,高于光照淋雨条件。表明 77%硫酸铜钙可湿性粉剂 700 倍液易受光照和降雨的影响,二者影响程度相当。

光照淋雨、光照避雨和避光淋雨条件下,12%松脂酸铜乳油 200 倍液与 80%代森锰锌可湿性粉剂 700 倍液对孢子的抑制率较避光避雨均有不同程度的降低,抑制率主要受降雨影响,光照对其影响较小。80%代森锰锌可湿性粉剂 700 倍液极易受降雨的影响。

光照淋雨条件下,不同施药间隔后各铜制剂对腐烂病菌分生孢子萌发的抑制试验结果由图 1 所示,倍量式波尔多液 200 倍液、99%硫酸铜 200 倍液、29%石硫合剂水剂 70 倍液在施药 20 d 后,对苹果腐烂病菌分生孢子的相对抑制率仍在 56%以上,即光照降雨条件下,其持效期大于 20 d。37.5%氢氧化铜悬浮剂 600 倍液持效期大于 15 d。80%波尔多液可湿性粉剂 400 倍液、77%硫酸铜钙可湿性粉剂 700 倍液和 12%松脂酸铜乳油 200 倍液的持效期大于 7 d。80%代森锰锌可湿性粉剂 700 倍液施药 1 d 后接种病菌孢子,其抑制率为 45.69%,即持效期小于 1 d。

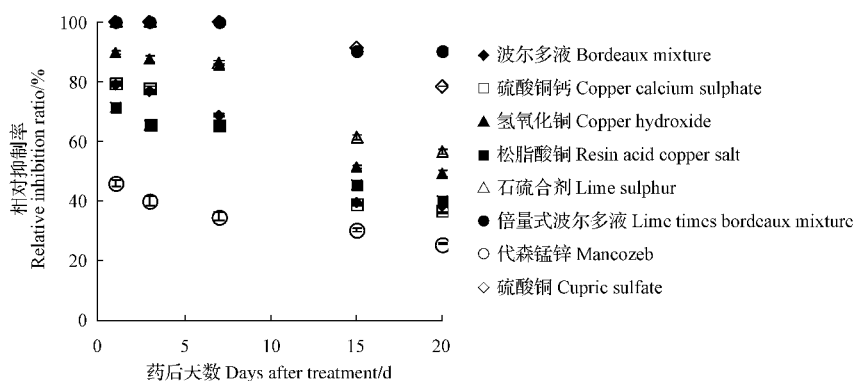


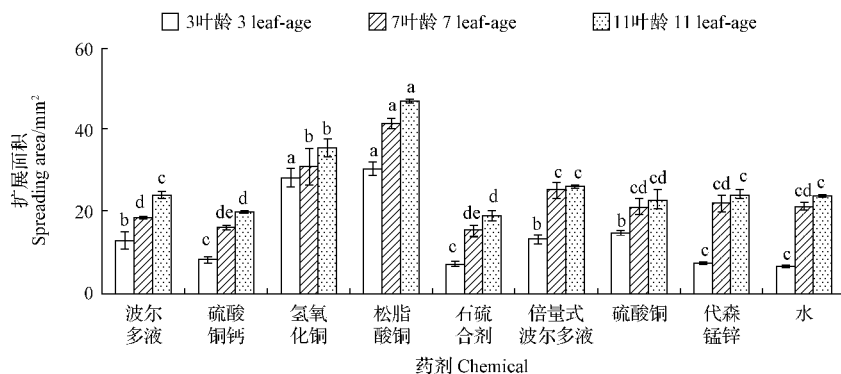
图 1 不同施药间隔后药剂对病菌分生孢子的相对抑制率

Fig. 1 Relative inhibition ratio in different time of pesticides on conidium

2.3 供试药剂的展着性

各药剂在叶片正面和背面的展着面积均随着叶龄的增加而增大,叶龄越大,药剂在叶片的展着面积也越大。不同药剂在叶片上的展着性存在显著差异。11 叶龄叶片正面,12% 松脂酸铜乳油 200 倍液的展着面积最大,为 47 mm²,显著优于其它供试药剂。37.5% 氢氧化铜悬浮剂 600 倍

液次之,为 35 mm²。其它药剂展着面积由大到小依次是倍量式波尔多液 200 倍液、80% 代森锰锌可湿性粉剂 700 倍液、水、80% 波尔多液可湿性粉剂 400 倍液、99% 硫酸铜 200 倍液、77% 硫酸铜钙可湿性粉剂 700 倍液和 29% 石硫合剂水剂 70 倍液(图 2)。



注:同系列数据上不同小写字母表示数据之间差异显著($P < 0.05$)。下同。

Note: Different lowercase letters in the same series indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

图 2 药剂在叶片正面展着性

Fig. 2 Spreading property of chemical in front of leaves

叶背面药剂展着性与叶正面基本一致,11 日龄叶上,12% 松脂酸铜乳油 200 倍液的展着面积依然最大,为 50 mm²,其次依次是 37.5% 氢氧化铜悬浮剂 600 倍液,之后依次为倍量式波尔多液 200 倍液、80% 代森锰锌可湿性粉剂 700 倍液、77% 硫酸铜钙可湿性粉剂 700 倍液、80% 波尔多液可湿性粉剂 400 倍液、29% 石硫合剂水剂 70

倍液、水和 99% 硫酸铜 200 倍液(图 3)。

3 结论与讨论

该研究通过改良的孢子萌发法测定了 6 种铜制剂在 4 种条件下对苹果腐烂病菌孢子萌发的抑制作用,对药剂的持效期、抗光解、抗雨水冲刷、展着性进行了评价,完善了其使用技术。倍量式波

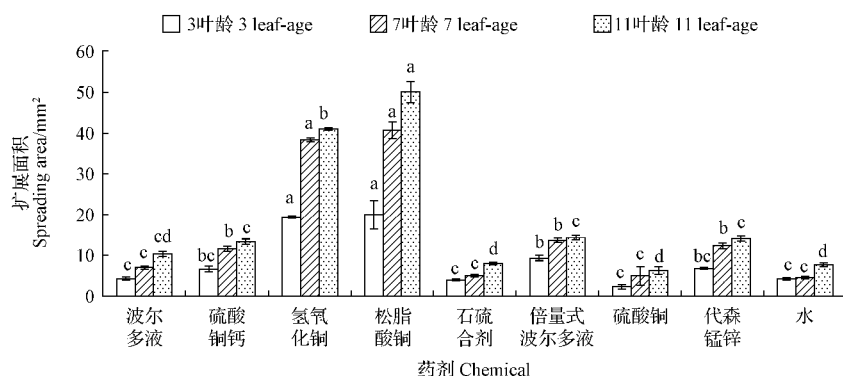


图3 药剂在叶片背面展着性

Fig. 3 Spreading property of chemical in reverse of leaves

尔多液 200 倍液和 99% 硫酸铜 200 倍液在供试药剂中持效期最长,即使在光照淋雨条件下其持效期都在 20 d 以上,抗光解能力强,耐雨水冲刷,展着性适中。37.5% 氢氧化铜悬浮剂 600 倍液和 29% 石硫合剂水剂 70 倍液次之,光照淋雨条件下持效期 15 d 以上,抗光解和抗雨水冲刷能力较强。降雨和光照条件都能够降低 80% 波尔多液可湿性粉剂 400 倍液对病菌孢子的抑制作用,但影响并不显著;当二者叠加,即光照淋雨时,可显著降低其抑制作用。光照对 12% 松脂酸铜乳油 200 倍液、80% 代森锰锌可湿性粉剂 700 倍液的影响较小,降雨对其药效的影响较大。12% 松脂酸铜乳油 200 倍液在叶片的展着性最优,37.5% 氢氧化铜悬浮剂 600 倍液次之,其它药剂基本持平。试验中,铜制剂表现出较代森锰锌更长的持效期,更好的环境稳定性。

波尔多液是果树生产中应用时间最久、使用范围最广的保护性杀菌剂,且药效较长^[18]。腐烂病菌在自然条件下主要从剪锯口侵染,也可能从其它伤口、坏死的皮层组织、叶痕、果柄痕、皮孔和芽眼等部位侵染。注意剪锯口药剂保护,清除侵染菌源,保护枝干不受侵染是控制腐烂病的重要措施^[19]。从生产实际来看,人们通过喷雾防控苹果病害,都有 10~15 d 喷一次药的习惯。因此,用药后 15 d 药剂的防效,是评价不同药剂的重要参考。以这一标准看,除 80% 波尔多液可湿性粉剂(美国仙农有限公司)和 80% 代森锰锌可湿性粉剂(陶氏益农)之外的 6 种供试药剂持效期都大于 15 d,其中倍量式波尔多液和硫酸铜最优,药后

15 d 内的防效仍在 90% 左右。有研究表明,硫酸铜极易对幼果产生药害,因此,尽管其持效期长,抗光解和雨水冲刷能力强,但在苹果园还需谨慎使用。倍量式波尔多液($\text{Cu} : \text{CaO} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2 : 200$)(天津天大化工实验厂)价格偏高,但考虑其广谱性、持效期长、环境稳定性好,可以减少用药次数,从而降低防治成本,故仍推荐使用倍量式波尔多液。

防治苹果烂果病(轮纹病、炭疽病)时,可在往年出现病果前 10~15 d 喷石灰倍量式波尔多液 200 倍液,每 15~20 d 喷 1 次,连喷 3~4 次,采果前 25 d 停用。防治苹果霉心病,应从苹果现蕾期开始喷石灰倍量式波尔多液 200 倍液。防治苹果、梨锈病,可在苹果园周围的桧柏上喷洒石灰等量式波尔多液 160 倍液^[20]。

石硫合剂因其传统和廉价而广泛使用,是使用最多的清园型药剂。但因为苹果对石硫合剂较为敏感,用药一定要慎重,特别是结果期使用不当会引起落果。尽管其持效期、抗光解、抗雨水冲刷能力仅略次于倍量式波尔多液,但还是建议在果树休眠期使用,以免产生药害。其它几种供试药剂在实际生产使用中需注意避开降雨和暴晒。

冷翔鹏等^[21]研究表明,波尔多液喷在植物表面形成的是水溶性很低的膜(耐雨水),所以它的杀菌作用时间(残效期)长,可达 15~20 d,而一般有机杀菌剂的残效期为 5~7 d,沈倩等^[15]在室内条件下测定倍量式波尔多液防治苹果轮纹病的持效期大于 15 d。该研究结果表明,倍量式波尔多液抑制作用持效期大于 20 d,与上述研究结果基

本一致。

该研究对孢子萌发法进行了改良,药剂在加到载玻片后未直接加入孢子悬浮液,而是置于不同环境条件下,间隔不同时间后接种孢悬液,以此模拟田间用药情况,快速探究药剂持效期及影响因素。结果表明改良的孢子萌发法是一种具有可行性和适用性的药剂抑制作用持效期测定方法。

参考文献

- [1] 曹克强,国立耘,李保华,等. 中国苹果树腐烂病发生和防治情况调查[J]. 植物保护, 2009, 35(2): 114-116.
- [2] 王彩霞,董向丽,张振芳,等. 2011年烟台苹果产区腐烂病发病情况调查与原因分析[J]. 植物保护, 2012, 38(3): 83-86.
- [3] 胡清玉,胡同乐,王亚南,等. 中国苹果病害发生与分布现状调查[J]. 植物保护, 2016, 42(1): 175-179.
- [4] 翟广华. 使用波尔多液防治果树病害的方法及注意事项[J]. 山西果树, 2011(3): 48-49.
- [5] 孟晶岩,李霞,高忠东,等. 几种杀菌剂防治果树腐烂病药效对比试验[J]. 山西农业科学, 2010, 38(5): 60-61.
- [6] 王巩南,刘宽娣,孙洪喜. 江苏徐淮地区苹果树腐烂病的发生与防治[J]. 江苏农业科学, 1985(7): 21-22.
- [7] 曹克强,王树桐,胡同乐. 苹果病虫害防控研究进展[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012: 10-12.
- [8] WANG S T, HU T L, WANG Y N, et al. New understanding on infection processes of *Valsa* canker of apple in China [J]. European Journal of Plant Pathology, 2016, 146(3): 531-540.
- [9] 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.
- [10] 杨军玉,王树桐,刘淑香,等. 2010年全国苹果园病虫害发生及用药情况调查分析[J]. 北方园艺, 2011(20): 140-143.
- [11] 刘秀香. 不同杀菌剂防治苹果炭疽病对比试验[J]. 河北果树, 2015(3): 48-49.
- [12] 王来平. 几种果树常见病虫害的防治[J]. 落叶果树, 2011(5): 8.
- [13] 赵建戟,李会娅. 几种铜制剂在苹果园的应用[J]. 西北园艺(果树), 2012(3): 39-40.
- [14] 史双院,黄晓,来宽忍,等. 果园铜制剂农药的使用方法与注意事项[J]. 西北园艺(果树), 2011(1): 43-44.
- [15] 沈倩,范军印,郭强,等. 波尔多液防治苹果轮纹病的持效期及其影响因素研究[J]. 河南农业科学, 2015, 44(4): 97-100.
- [16] 叶振风,吴湘琴,吕冠华,等. 梨树腐烂病的病原菌鉴定和化学药剂筛选[J]. 华中农业大学学报, 2015, 34(2): 49-55.
- [17] 杨小军,倪汉文,杨立军,等. 采用孢子萌发法测定化合物对黄瓜白粉病菌的生物活性[J]. 植物保护, 2007, 33(1): 75-77.
- [18] 宋惠安. 果树使用波尔多液“四注意”[J]. 农村百事通, 2014(5): 43.
- [19] 赵绪生,齐永志,王亚南,等. 近50年我国苹果树腐烂病发生情况分析[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(11): 130-132.
- [20] 侯智涛,亢红娟. 应重视波尔多液在果树上的应用[J]. 西北园艺(果树专刊), 2009(3): 34-35.
- [21] 冷翔鹏,孙欣,房经贵,等. 波尔多液作用机理及其在果树生产上的应用与相应药害研究进展[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(2): 97-99.

Effective Duration and Influencing Factors of Six Cupric Pesticides Against *Valsa mali*

GUO Yongbin, TIAN Miao, WANG Yanan, HU Tongle, WANG Shutong, CAO Keqiang
(College of Plant Protection, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: Six cupric pesticides were used as tested agents, 80% lime sulphur WP and 29% mancozeb SL were used as chemical control, their lasting time, influence factors and spreading behavior were studied by spore germination method in order to supply reference for cupric pesticides use and preventing apple tree *Valsa* canker. The results showed that lime times bordeaux mixture (Cu : CaO : H₂O = 1 : 2 : 200) had the highest inhibition effect and longest lasting period (more than 20 days) among the tested fungicides, and the inhibition ratio was 87.97% 20 days after spraying. Light and rainfall had no significant effect on its inhibition activity, 77% copper calcium sulphate WP and 12% resin acid copper salt EC, which had medium ability on spreading, suffered different influences from light and rainfall, 29% lime sulphur had worse effect than lime times bordeaux mixture. While, light and rainfall had significant effect on 80% lime sulphur WP, which lasting only 7 days. It was recommended to use lime times bordeaux mixture to control apple *Valsa* canker.

Keywords: apple tree *Valsa* canker; cupric pesticides; inhibiting effect; effective duration; influence factor