

波尔多液防治苹果轮纹病的持效期 及其影响因素研究

沈 倩,范军印,郭 强,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: 为了明确 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,通过孢子萌发法测定了 200 倍倍量式波尔多液保护苹果(富士品种)幼果和 1 年生枝条免受苹果轮纹病侵染的持效期及其影响因素。结果表明:室内条件下,200 倍倍量式波尔多液在幼果上的保护作用防效高于 50% 的持续时间为 15 d,在 1 年生枝条上保护作用防效高于 50% 的持续时间为 7 d;在室外条件下,200 倍倍量式波尔多液的持效期主要受降雨影响,受光照影响较小。不同时间的单次降雨(10 mm)对幼果上 200 倍倍量式波尔多液持效期的影响无显著差异,但对 1 年生枝条上 200 倍倍量式波尔多液持效期的影响存在差异,施药后 1 d 降雨对其持效期无显著影响,施药后 3 d 和 5 d 降雨对其持效期产生了显著影响。

关键词: 波尔多液;苹果轮纹病;持效期;影响因素

中图分类号: S481+.9;S436.611 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)04-0097-05

Protective Duration and Influencing Factors of Bordeaux Mixture against Apple Ring Rot

SHEN Qian,FAN Junyin,GUO Qiang,HU Tongle*,CAO Keqiang*
(College of Plant Protection,Agricultural University of Hebei,Baoding 071000,China)

Abstract: In order to confirm the effective duration of 0.5% bordeaux mixture ($\text{CuSO}_4:\text{CaO}:\text{H}_2\text{O}=1:2:200$) against apple ring rot and the influencing factors under field conditions,the study tested the effective duration of 0.5% bordeaux mixture on the surface of fruitlets and of one year branches of Fuji based on conidial germination tests. The results revealed that under indoor conditions,the duration of 0.5% bordeaux mixture with protection effect higher than 50% was 15 days on the surface of fruitlets,while it was only 7 days on the surface of one year branches. Under field conditions,the effective duration of 0.5% bordeaux mixture was more likely to be influenced by rainfall than sunlight. A single rainfall (10 mm) at different time did not affect the effective duration of 0.5% bordeaux mixture on the surface of fruitlets,but affected that on the surface of one year branches,rainfall after one day of its applying had no significant effect on its effective duration,while rainfall after 3—5 days of its applying significantly reduced the inhibiting effect against spore germination.

Key words: bordeaux mixture; apple ring rot; effective duration; influencing factors

收稿日期:2014-12-30
基金项目:国家苹果现代产业技术体系项目(CARS-28)
作者简介:沈 倩(1988-),女,河北易县人,在读硕士研究生,研究方向:植物病害流行与综合防治。
E-mail:shenqian429@126.com
* 通讯作者:胡同乐(1973-),男,河北安新人,教授,博士,主要从事植物病害流行与综合防治研究。
E-mail:tonglemail@126.com
曹克强(1963-),男,河北容城人,教授,博士,主要从事植物病害流行与综合防治研究。
E-mail:ckq@hebau.edu.cn

苹果轮纹病(apple ring 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^[1](*Botryosphaeria dothidea*)引起的对苹果危害较为严重的病害,不仅可以危害枝干,造成树势衰弱、枝干枯死,还能造成大量烂果,发病严重时田间病果率可高达 70%~80%,且贮藏期可持续发病^[2]。目前已经有 17 个省、直辖市报道了苹果轮纹病的发生,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内呈现普遍发生态势,并呈逐年上升和西移的趋势^[3]。

波尔多液是无机铜素杀菌剂,是最早被发现和应用的植物保护剂,作为植物杀菌剂,波尔多液具有药效持久、不易引起抗药性、杀菌谱广、粘着力强、耐雨水冲刷、成本低等优点,长期以来被广泛应用于果树、蔬菜、花卉、园林植物病害的防治上,对霜霉病、炭疽病和晚疫病等叶部病害效果尤佳^[4-5]。由于近年人工费越来越贵,苹果的无袋栽培呼声很高,在目前果园枝干轮纹病严重的前提下进行无袋栽培,病害防控的压力很大,使用持效期长的化学药剂就成为病害防控的关键。了解波尔多液的持效期对于生产上确定准确的用药时机和用药间隔具有重要意义。为此,本研究选择生产上常用的 200 倍倍量式波尔多液进行室内和田间试验,通过孢子萌发法测定该药剂对果实和枝条免受轮纹病菌侵染的保护作用持效期及其影响因素,旨在为利用波尔多液防治苹果轮纹病提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试药剂:200 倍倍量式波尔多液($\text{CuSO}_4:\text{CaO}:\text{H}_2\text{O}=1:2:200$),采用稀铜浓石灰法^[6]配制,现用现配。硫酸铜:天津市天力化学试剂有限公司生产,含量 $\geq 99.0\%$ 。石灰石:天津市东丽区天大化学试剂厂生产,含量 $\geq 98.0\%$ 。

供试品种及材料:试验在河北农业大学植物病害流行与综合防治试验果园进行,选择栽培条件均一、无病虫害危害、肥水管理水平一致的 5 年生盆栽富士。供试枝条为 1 年生枝条,供试果实为生长 50 d 左右的幼果。

供试病原菌:苹果轮纹病菌,由河北农业大学植物病害流行与综合防治研究室提供。

1.2 方法

1.2.1 保护作用防效的测定方法 运用孢子萌发

法对药剂的保护作用进行测定。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,配制浓度为 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ 个/mL 的分生孢子悬浮液。吸取 35 μL 分生孢子悬浮液滴在载玻片上,用直径为 6 mm 的打孔器在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,将组织倒放在孢子悬浮液上,然后将载玻片放置于直径为 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,向培养皿内加入适量的无菌水保湿^[7],置于 28 $^{\circ}\text{C}$ 恒温培养箱中黑暗培养 6 h 后检测分生孢子的萌发率,计算药剂的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的计算公式^[8]为: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 $\times 100\%$ 。

1.2.2 室内条件下药剂持效期的测定 7 月上旬至 8 月上旬在试验果园选择生长一致的苹果树 3 株,从中随机选取生长情况基本相同的幼果 7 个、直径为 6~10 mm 的 1 年生枝条 7 个,室内保存。用清水配制 200 倍倍量式波尔多液,分别于检测前 20 d、15 d、10 d、7 d、3 d 和 1 d 用小型喷雾器把药液均匀喷到幼果和 1 年生枝条上,直至有药液流下为止,以清水处理为空白对照(CK),每个处理重复 4 次。采用 1.2.1 的孢子萌发法测定各处理的孢子萌发率,并计算抑制率。

1.2.3 药剂持效期影响因素的测定 为了明确室外气象因素中降雨和光照对幼果和 1 年生枝条上 200 倍倍量式波尔多液持效期的影响,设置了 4 种处理,分别标记为 A、B、C、D。A 为避光避雨处理,B 为避光淋雨处理,C 为光照避雨处理,D 为光照淋雨处理。避光处理,即先用遮阳网将放有幼果和 1 年生枝条的保存盒覆盖,再将保存盒置于避雨天台处;光照处理,即不覆盖遮阳网,直接将放有幼果和 1 年生枝条的保存盒置于避雨天台处;淋雨处理,即用容量为 1.5 L 的喷雾器对幼果和 1 年生枝条进行均匀喷水,每次降雨量为 18 mm;避雨处理,即不进行模拟降雨。

在试验果园选择生长一致的苹果树 2 株,随机选取生长情况基本相同的幼果 10 个、直径为 6~10 mm 的 1 年生枝条 10 个,取回备用。先对幼果和枝条喷药,然后分别按照试验方案对幼果(表 1)和枝条(表 2)进行处理,以喷清水代替喷药作为对照,每个处理幼果或枝条 2 个。用孢子萌发法测定各处

理的孢子萌发率,并计算抑制率。每个处理重复 4 次。

表 1 幼果上药剂持效期影响因素测定方案

处理 编号	处理方案				施药与检测 时间间隔/d
	光照	施药后 1 d 降雨/mm	施药后 5 d 降雨/mm	施药后 15 d 降雨/mm	
A	—	—	—	—	15
B	—	18	18	18	15
C	√	—	—	—	15
D	√	18	18	18	15

注:“—”不做处理;“√”进行光照处理。下表同。

表 2 枝条上药剂持效期影响因素测定方案

处理 编号	处理方案				施药与检测 时间间隔/d
	光照	施药后 1 d 降雨/mm	施药后 3 d 降雨/mm	施药后 7 d 降雨/mm	
A	—	—	—	—	7
B	—	18	18	18	7
C	√	—	—	—	7
D	√	18	18	18	7

1.2.4 不同时间降雨对药剂持效期影响的测定
为了明确 10 mm^[9] (中雨的最低值)降雨对幼果和 1 年生枝条上 200 倍倍量式波尔多液持效期的影响,研究了不同时间单次降雨条件下的药剂保护作用效果。

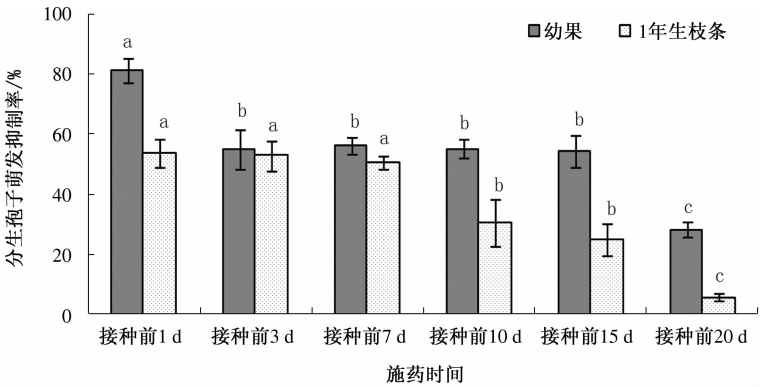
在试验果园选择生长一致的苹果树 2 株,随机选取生长情况基本相同的幼果 6 个、直径为 6 ~ 10 mm 的 1 年生枝条 5 个,取回备用。于检测前 15 d 对 5 个幼果进行喷药处理,其中 4 个果实分别于施

药后 1 d、5 d、10 d 和 15 d 进行人工降雨处理,1 个幼果进行避雨处理,余下的 1 个幼果喷清水代替喷药作为对照;于检测前 7 d 对 4 个 1 年生枝条进行喷药处理,其中 3 个枝条分别于施药后 1 d、3 d 和 7 d 进行人工降雨处理,1 个枝条进行避雨处理,余下的 1 个枝条喷清水代替喷药作为对照。用孢子萌发法测定各处理的孢子萌发率,并计算抑制率。每个处理重复 4 次。

2 结果与分析

2.1 室内条件下药剂持效期测定结果

室内条件下检测发现,200 倍倍量式波尔多液在幼果和 1 年生枝条上均有较好的保护效果,其中在幼果上的保护效果更好,持效期更长(图 1)。在幼果上,200 倍倍量式波尔多液施用 1 d、3 d、7 d、10 d、15 d 后的防效分别为 81.51%、55.36%、56.72%、55.60%、54.78%,施用 20 d 后的防效为 28.50%,防效明显下降,且与其他时间施药处理的防效差异显著,防效高于 50% 的持续时间为 15 d,即持效期为 15 d;在 1 年生枝条上,施药 1 d、3 d、7 d 后的防效分别为 54.09%、53.26%、50.98%,施用 10 d、15 d 和 20 d 后的防效分别为 30.85%、25.48% 和 6.01%,防效明显下降,且与施药 1 d、3 d 和 7 d 后的防效差异显著,防效高于 50% 的持续时间为 7 d,即持效期为 7 d。



同系列数据上不同小写字母表示数据之间差异显著 ($P < 0.05$),图 2、3 同

图 1 室内条件下波尔多液在不同苹果组织上防治苹果轮纹病菌的持效期

2.2 药剂持效期影响因素测定结果

分别于施药后 15 d 和 7 d 对幼果和 1 年生枝条上 200 倍倍量式波尔多液的保护作用进行检测,结果见表 3。从表 3 可以看出,避光淋雨、光照避雨和光照淋雨处理的药剂防效较避光避雨处理均有不同程度的下降,持效期主要受降雨影响,受光照影响较

小。在幼果上,避光避雨处理的药剂防效为 54.01%,光照避雨处理的药剂防效为 51.90%,2 种处理下药剂的保护作用差异不显著,避光淋雨处理的药剂防效为 32.58%,与避光避雨处理下的药剂防效差异显著;在枝条上,避光避雨处理的药剂防效为 43.64%,光照避雨处理的药剂防效为 35.84%,

2 种处理下药剂的防效差异不显著,避光淋雨处理的药剂防效为 9.66%,与避光避雨处理下的药剂防效差异显著。

表 3 不同环境条件下波尔多液对不同苹果组织上分生孢子萌发的抑制效果

处理编号	分生孢子萌发抑制率/%	
	幼果(施药 15 d 后)	1 年生枝条(施药 7 d 后)
A	54.01 ± 2.62a	43.64 ± 3.92a
B	32.58 ± 5.63b	9.66 ± 3.83b
C	51.90 ± 7.86a	35.84 ± 1.74a
D	31.83 ± 1.83b	8.99 ± 0.97b

注:表中数据为平均值 ± 标准误,同列数据后不同小写字母表示数据之间差异显著(P<0.05)。

2.3 不同时间单次降雨对药剂持效期的影响

2.3.1 幼果 不同时间单次降雨(10 mm)对幼果上 200 倍倍量式波尔多液持效期的影响无显著差异(图 2),避雨处理的防效为 58.59%,施药后 1 d、5 d、10 d、15 d 进行淋雨处理的防效为 47.29%、45.00%、46.00%、48.16%,降雨处理的防效较避雨处理有所降低,但差异不显著。

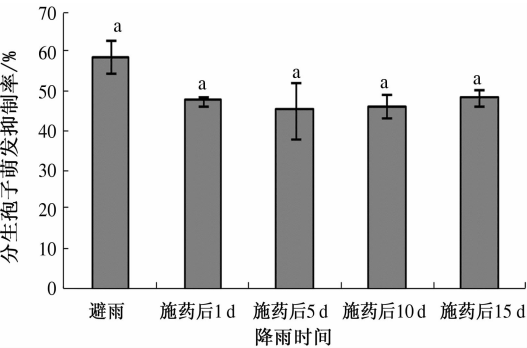


图 2 不同时间单次降雨对幼果上药剂持效期的影响

2.3.2 枝条 不同时间单次降雨(10 mm)对 1 年生枝条上 200 倍倍量式波尔多液持效期的影响存在差异(图 3)。避雨处理的防效为 42.65%,施药后 1 d、3 d、7 d 进行淋雨处理的防效为 31.80%、25.94%、22.38%,施药后 1 d 降雨对药剂持效期无显著影响,施药后 3 d 和 5 d 降雨对药剂持效期影响显著。

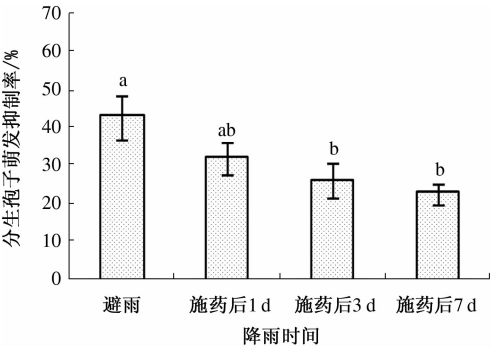


图 3 不同时间单次降雨对枝条上药剂持效期的影响

3 结论与讨论

200 倍倍量式波尔多液用于防治苹果轮纹病时,在幼果和 1 年生枝条上的防治效果存在差异。在幼果上保护作用防效高于 50% 的持续时间为 15 d,20 d 后保护作用降低,防效为 28.50%;在 1 年生枝条上保护作用防效高于 50% 的持续时间为 7 d,10 d 后防效降至 30.85%。200 倍倍量式波尔多液的持效期与光照和降雨有关,降雨为主要影响因素,光照影响较小,18 mm 的 3 次降雨使药剂的保护作用降低,且与避雨处理的防效差异显著,即对药剂持效期影响显著;光照也会导致药剂的保护作用降低,但与避光处理相比防效差异不显著,即对药剂持效期影响不显著。单次小雨(10 mm)会降低 200 倍倍量式波尔多液的保护效果,对幼果上药剂持效期影响不显著,对 1 年生枝条上药剂的影响程度存在差异,施药后 1 d 降雨对药剂持效期无显著影响,施药后 3 d 和 5 d 降雨对药剂持效期影响显著。

本研究所测试的 200 倍倍量式波尔多液是无机铜素杀菌剂,对富士苹果的幼果、1 年生枝条均有一定保护作用。波尔多液作为防治苹果轮纹病的常用药剂,具有药效持久、粘着力强、耐雨水冲刷、成本低等优点^[10]。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(持效期)长。本研究表明,200 倍倍量式波尔多液在苹果幼果上的保护作用时间可以持续 15 d,与相关的报道基本一致^[11];在 1 年生枝条上的保护作用持续时间为 7 d,保护效果显著低于在果实上的保护效果,可能与 2 种组织表面对于药剂的吸附能力或分布影响不同有关。

200 倍倍量式波尔多液的保护作用效果与田间条件下的降雨和光照等因素有关,主要影响因素是降雨,光照虽有一定的影响,但影响程度远不及降雨。单次短时间的 10 mm 降雨对幼果和 1 年生枝条上药剂的防效造成影响,且影响程度存在差异,可能与 2 种组织表面对雨水的吸附能力不同有关。该结果能初步反映 200 倍倍量式波尔多液在田间的应用效果。

本试验采用孢子萌发法测定 200 倍倍量式波尔多液在室内外条件下对苹果幼果和 1 年生枝条的保护作用持效期,测定结果表明,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不同,同时孢子萌发法是一种具有可行性和适用性的

(下转第 105 页)

法也更系统、全面,包括苗前处理土壤、苗后处理茎叶以及苗前苗后均处理等方法,结果表明,10 种不同除草剂组合均能防治绿豆田间杂草,其中 4、5、9 号处理对绿豆田间杂草的防治效果最好,均在 90% 以上。1、2、4、7、8、9、10、11 号处理对绿豆根长均具有一定促进作用,但在根部其他生物性状方面却呈现不同程度的抑制效果。2、4、8 号处理的绿豆植株主茎高度大于对照,1、2、5、11 号处理的绿豆主茎半径大于对照,而各处理绿豆整株鲜质量和干质量相比对照均有所降低。1 号除草剂处理的绿豆叶长最大,1、7、10 号处理的叶宽最大,1、2、10 号处理的叶面积最大,均大于无除草剂对照,而各处理绿豆叶片鲜质量和干质量相比对照均有所降低。以上结果表明,田间施用除草剂对绿豆的生长具有不同程度的影响。在产量和籽粒性状方面,4、5、9 号除草剂处理对绿豆影响最大,能够有效提高绿豆的产量。

本研究结果表明,10 种不同除草剂组合均能防治绿豆田间杂草,尽管对绿豆植株造成了不同程度的药害,但药害程度均很轻,并没有明显影响绿豆的产量。通过分析不同除草剂组合对绿豆田间杂草的防治效果及对绿豆产量和主要农艺性状的影响,认为 4、5、9 号除草剂组合较优,其对绿豆田杂草的防治效果最好,同时对绿豆产量的提高作用也最大,在实际农业生产中具有很好的应用前景,为辽宁地区

绿豆田间草害的化学防治及绿豆产量的提高打下了理论和实践基础。

参考文献:

[1] 王鑫,原向阳,郭平毅,等. 除草剂土壤处理对绿豆生长发育及产量的影响[J]. 农药,2006,45(4):283-286.

[2] 孙立晨,董世臣,黄立坤,等. 几种除草剂在豆科作物田除草效果及安全性测定[J]. 大豆科学,2009(5):931-934.

[3] 孙立晨,何娟,黄立坤,等. 咪唑乙烟酸在豆科作物间作田的除草效果及其对豆科作物生长的影响[J]. 中国植保导刊,2010,30(3):39-42.

[4] 李春花,王建国. 氟磺胺草醚·烯草酮 21% 油悬浮剂对绿豆田杂草的防除效果研究[J]. 农业技术与装备,2011(6):76-78.

[5] 王成,刘峰. 绿豆田除草剂筛选试验[J]. 黑龙江农业科学,2011(9):54-57.

[6] 宫香余,吴畏. 绿豆田化学除草技术[J]. 农民致富之友,2001(8):13.

[7] 刘慧. 我国绿豆生产现状和发展前景[J]. 农业展望,2012(6):36-39.

[8] 王秀琴,李玉民,燕桂英,等. 绿豆田杂草群落划分确定及化学除草[J]. 内蒙古农业科技,2002(6):44.

[9] 田耀华. 除草剂在绿豆田的安全性及药效的研究[D]. 太谷:山西农业大学,2003:1-8.

(上接第 100 页)

药剂保护作用持效期测定方法,对于其他病害尤其是潜育期较长的病害药效测试也有一定的借鉴作用。

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,2013,30(6):1005-1010,1109.

[2] 李光旭,沈永波,高艳敏,等. 苹果轮纹病菌侵染机制的研究[J]. 果树学报,2007,24(1):16-20.

[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] 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.

[5] 魏英丽,君广斌. 果园常用矿物农药的性能特点及使用方法[J]. 现代农业科技,2011(23):251-252.

[6] 仇宏昌,曲海亮,常睿,等. 波尔多液的正确配制与使用[J]. 烟台果树,2008(1):47.

[7] 刘振宇,李士竹,陆燕君,等. 梨树腐烂病病原菌分生孢子萌发特性的研究[J]. 河北林果研究,1998,13(4):367-370.

[8] 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.

[9] 甄文超,王秀英. 气象学与农业气象学基础[M]. 北京:气象出版社,2006.

[10] 王正直,刘春生,邱德峰,等. 果园土壤铜素的含量、形态及剖面特征研究[J]. 土壤通报,2002,33(5):369-371.

[11] 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.