DOI:10.13802/j.cnki.zwbhxb.2003.03.018

苹果采后炭疽病的化学防治技术

吴芳芳 檀根甲* 韩 翔

(安徽农业大学植物保护系，合肥 230036)

摘要： 多菌灵、丙环唑、休菌清、苯醚甲环唑、异菌脲、禾纹清(多菌灵+丙环唑)六种供试药剂对苹果炭疽菌的生长都具有抑制作用，其有效浓度和作用方式有所不同。多菌灵、丙环唑、休菌清、苯醚甲环唑、异菌脲和禾纹清抑制菌丝生长的EC_{50}分别为0.034、0.015、0.918、0.115、31.865和0.491μg/ml；抑制芽管伸长的EC_{50}分别为0.4430、0.0240、0.3173、0.0991、154.88和0.2787μg/ml。对孢子萌发和芽管伸长的抑制率差异显著。六种药剂对苹果炭疽病的控制结果表明：丙环唑、禾纹清和苯醚甲环唑的防治效果较好，其中丙环唑和禾纹清的防治效果可达100%，而多菌灵、休菌清和异菌脲对果实的防治效果较低。药剂防治采用浸泡果实和喷雾两种方式，浸果的防治效果明显好于喷雾。

关键词： 杀菌剂；苹果炭疽病菌；病害控制

苹果炭疽病是苹果的三大病害之一，由于其潜伏侵染特性，不仅在田间危害，还可引起苹果采后腐烂，成为贮藏期的重要病害。采后腐烂已是生产中的突出问题，据统计，我国每年果品采后损失约为20%～30%[1]。减少采后损失是增加供给的一个有效途径。过去对果实病害的研究主要集中于生长期病害，而对贮藏期的病害研究较少。苹果贮藏期病害的发生规律尚不太清楚，且贮藏期是多种病害同时发生，这给病害的防治带来困难。近来有关苹果采后炭疽病的防治技术已有报道，刘书晓研究了套袋对富士苹果炭疽病的作用[2]，毕阳等研究了抗氧剂及单果包装处理控制苹果病害效果[3]，檀根甲等研究了生物脱氧和钙盐控制苹果炭疽病的效果[4]，Britta、田世青、范青、李红叶等研究了苹果采后病害的生物防治[5~8]。但目前苹果采后腐烂主要是通过化学防治的方法来进行控制，苹果炭疽病的化学防治，多采用果树休眠期喷施铲除性杀菌剂，铲除潜伏病菌，或在发病前施用内吸治疗性杀菌剂控制病菌扩展，预防发病。吴桂本等研究了10%苯醚甲环唑WP(苯醚甲环唑)，50%多锰锌WP对苹果主要病害的防治效果[9]。多菌灵等苯并咪唑类农药一直是世界各国用于防治炭疽病的有效药剂，然而病原真菌对其极易产生抗药性[10]。司乃国则认为咪鲜安对炭疽病有特效[11]。一些试验表明甾醇合成抑制剂的抗药

基金项目：安徽省跨世纪学术与技术带头人资助项目(2002HBL21)及安徽省自然科学基金(03041404)

作者简介：吴芳芳(1973－)，女，讲师，现在南京气象学院环境科学系工作(E-mail：tgj63@etang.com)

* 通讯作者(E-mail：tgj63@etang.com)

收稿日期：2002－07－08

性也已开始出现[10]。所以,研究苹果采后炭疽病的化学防治技术,可为苹果安全贮藏提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试菌株

供试苹果炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)菌株由安徽农业大学植保系植物病理教研室提供。

1.2 供试苹果

红富士品种,从合肥市周谷堆水果批发市场购买。

1.3 供试药剂

50%异菌脲可湿性粉剂,法国罗纳普朗克农化公司;10%苯醚甲环唑水分散性颗粒剂(苯醚甲环唑),英国先正达有限公司(原瑞士汽巴嘉基公司);98%休菌清原药,江苏盐城化工厂;50%多菌灵超微可湿性粉剂,江苏新沂农药有限公司;25%丙环唑乳油,英国先正达有限公司(原瑞士汽巴嘉基公司);20%禾纹清(多菌灵+丙环唑)悬乳剂,安徽农业大学植保系病理教研室。

1.4 杀菌剂对苹果炭疽病菌的影响

1.4.1 杀菌剂对苹果炭疽菌菌丝生长的影响

将杀菌剂分别配成含有效成分为0.1、1、10、50、100、500、1000μg/ml的浓度,然后分别吸取1ml至培养皿,把已灭菌45℃左右的PDA培养基9ml加入含药剂的培养皿中,混匀凝固。移接一枚直径为5mm的小菌碟于其中央,置25℃培养,重复3次,逐日定时在菌丝生长前沿划线,按十字交叉法测量菌落直径,计算药剂对菌丝生长的相对抑制率。按最小二乘法求毒力回归式、EC_{50}。

1.4.2 杀菌剂对苹果炭疽菌分生孢子萌发及芽管生长的影响

将杀菌剂分别配成含有效成分为0.1、1、10、50、100、500、1000μg/ml的浓度,然后分别吸取1ml至培养皿,把尚未凝固的琼脂粉培养基9ml加入含药剂的培养皿中,混匀凝固。然后加入1×10^5个/ml分生孢子悬浮液25μl,置25℃培养箱中培养10h,用测微尺度量芽管的长度。重复3次。计算分生孢子萌发率及芽管伸长抑制率。

$$孢子萌发率(\%)=\frac{孢子萌发数}{共查孢子总数}\times100$$

$$芽管生长抑制率(\%)=\frac{对照芽管长度-处理芽管长度}{对照芽管长度}\times100$$

1.5 化学药剂对苹果采后炭疽病的控制效果

1.5.1 不同施药浓度和方式对苹果炭疽病病斑扩展的影响

保护作用的测定:选择健康、大小一致的红富士苹果,用自来水洗净晾干,经75%酒精表面消毒,紫外线照射10min后备用。每处理30个苹果,处理后25℃恒温存放。分别用3种不同浓度的供试药剂喷雾或浸泡苹果。药剂处理后用1×10^5个/ml的分生孢子悬

浮液针刺接种于苹果，接种时间分为药剂处理后立即接种和 1、3、7 天后接种。重复 3 次。

治疗作用的测定：先用1×10^5个/ml的分生孢子悬浮液针刺接种于苹果，分别用3种不同浓度的供试药剂喷雾或浸泡苹果。药剂处理时间分为接种后立即药剂处理和 1、3、7 天后药剂处理。重复 3 次。

$$防治效果(\%)=\frac{对照病斑直径-处理病斑直径}{对照病斑直径}\times100$$

1.5.2　热处理与药剂结合对苹果炭疽病的控制效果

选择防治效果较好丙环唑、禾纹清、多菌灵配成 150μg/ml 的浓度，浸泡苹果，于 36、42、50℃下处理 10min，然后针刺接种 1×10^5 个/ml 的分生孢子悬浮液，以未经药剂处理和未经热处理的为对照，25℃下保湿培养，重复 3 次，最后计算防治效果。

2　结果与分析

2.1　杀菌剂对苹果炭疽菌菌丝生长的抑制作用

平板测定结果表明，供试药剂对苹果炭疽病菌都具有抑制作用（表 1）。其中丙环唑和多菌灵的抑制作用最强，异菌脲的抑制效果最差，EC_{50}分别为 0.015、0.034 和 31.865μg/ml，禾纹清的 EC_{50}为 0.491μg/ml 。

表 1　药剂对苹果炭疽菌菌丝生长的抑制作用

Table 1　Inhibition of fungicides on hypha growth of *Colletotrichum gloeosporioides*

药剂 Fungicide	毒力曲线 $Y=$ Toxicity regression equation	相关系数(r) Cofficient of correlation	EC_{50} (μg/ml)
异菌脲 iprodione	$4.0260+0.6479\log x$	0.9635	31.865
苯醚甲环唑 difenconazole	$6.1321+1.2045\log x$	0.9659	0.115
休菌清 tektamer	$5.0449+1.2129\log x$	0.8304	0.918
多菌灵 carbendazim	$9.1205+2.8150\log x$	0.9708	0.034
丙环唑 propiconazole	$7.3483+1.2907\log x$	0.9507	0.015
禾纹清(多菌灵＋丙环唑) carbendazim + propiconazole	$5.4335+1.4048\log x$	0.9453	0.491

2.2　杀菌剂对苹果炭疽菌分生孢子萌发率的影响

结果表明：不同药剂对苹果炭疽菌分生孢子萌发的影响差异显著。丙环唑与禾纹清对苹果炭疽菌分生孢子的萌发无抑制作用，萌发率分别为 97.82%和 92.46%。苯醚甲环唑、多菌灵与异菌脲对孢子萌发抑制作用强，萌发率分别是 51.77%、45.92%和 40.26%。孢子萌发率随浓度上升呈下降趋势。

2.3　杀菌剂对苹果炭疽菌分生孢子芽管伸长的影响

供试的六种药剂抑制苹果炭疽菌芽管伸长的 EC_{50}差异显著。丙环唑的 EC_{50}最小，仅为 0.0240μg/ml，异菌脲的 EC_{50}最大，为 154.88 μg/ml，其抑制作用最小。各种药剂对苹果炭疽菌芽管伸长的抑制率差异显著。丙环唑与禾纹清的抑制率最高，分别为 81.52%和 68.18%。异菌脲的抑制率最低，仅为 30.59%。苯醚甲环唑、休菌清和多菌灵的抑制率分

别是61.46%、61.45%和53.99%。

总之,室内离体培养试验说明各药剂间作用方式不尽相同,杀菌剂的筛选和作用方式试验结果表明:丙环唑和多菌灵对菌丝生长的抑制作用最强,苯醚甲环唑、多菌灵、异菌脲对孢子萌发的抑制作用最好,而丙环唑和禾纹清不能抑制孢子的萌发,却能有效抑制芽管的伸长。

2.4 化学药剂对苹果采后炭疽病的控制效果

2.4.1 不同药剂对苹果采后炭疽病病斑扩展的影响

用不同药剂浸果对苹果采后炭疽病的控制效果差异显著。丙环唑和禾纹清对苹果采后炭疽病的防治效果达100%,能有效抑制病斑的扩展,其次是苯醚甲环唑,防治效果为60.21%,多菌灵、异菌脲、休菌清的防治效果分别为12.91%、18.42%、16.92%,对苹果采后炭疽病几乎没有抑制作用。

室内活体试验结果表明:丙环唑和禾纹清的防治效果最好,其次为苯醚甲环唑,多菌灵、休菌清和异菌脲。这与室内离体试验结果不同。离体培养情况下,由于各药剂对病原菌的作用方式不同,丙环唑和多菌灵对菌丝生长有很强的抑制作用,苯醚甲环唑、多菌灵、异菌脲对孢子萌发有较强的抑制作用,而丙环唑和禾纹清不能抑制孢子的萌发,却能有效抑制孢子芽管的伸长,各药剂都能通过某一方式抑制病原菌活性。

2.4.2 药剂间不同处理方式和作用时间对苹果采后炭疽病的防治效果

异菌脲、多菌灵、休菌清、苯醚甲环唑、丙环唑、禾纹清六种药剂浸果或喷雾处理后再接种的防治效果为44.56%,明显高于先接种后药剂处理的防治效果,药剂浸泡果实的防治效果高于喷雾的防治效果。以先接种后立即浸果的处理防治效果最高,药剂处理时间越早防治效果越高,说明杀菌剂对苹果采后炭疽病的保护作用好于治疗作用。

2.4.3 热处理与药剂结合对苹果炭疽病的控制效果

药剂与加热处理结合,以丙环唑和禾纹清在40℃作用下的效果最好,其次是丙环唑和禾纹清在50℃下对果实的效果。药剂与热处理结合的防治效果大于药剂单独作用的防治效果。三种药剂在38、40和50℃作用下,平均防治效果分别为42.54%、52.15%和

表2 药剂在不同温度处理下对苹果炭疽病的防治效果

Table 2 The efficacies of different fungicides at different temperature on postharvest apple anthracnose

处理 Treatment	浓度(μg/ml) Concentration	防治效果(%) Control effect			平均防治效果(%) Average	显著水平 Significance	
		38℃	40℃	50℃		0.05	0.01
丙环唑 propiconazole	150	89.16	100.00	100.00	96.38	a	A
禾纹清(多菌灵+丙环唑) carbendazim + propiconazole	150	71.57	100.00	90.84	87.47	a	A
无药剂,加热(CK) Heating, but no fungicide	—	20.00	26.51	15.90	20.80	b	B
多菌灵 carbendazim	150	19.52	13.73	15.42	16.22	b	B
无药剂,不加热(CK) No fungicide, no heating	—	12.46	20.54	18.32	—	—	—

48.09%。三种温度作用下,防治效果差异不明显,40℃处理的作用效果最佳(表 2)。50℃加热处理的果实变硬,但色泽变暗褐色。在没有药剂作用单纯热处理时,对苹果炭疽病的防治效果超过多菌灵,但总体来说作用效果较低。试验结果表明:控制苹果采后炭疽病,单纯热处理比常温下作用效果好,温度达到 50℃时果实出现褐变。

3 讨论

杀菌剂抑制苹果炭疽菌(*C. gloeosporioides*)生长的作用方式有三种:一是抑制菌丝的生长;二是抑制分生孢子的萌发;三是抑制芽管的伸长。本试验发现六种药剂对苹果炭疽菌的作用方式不完全相同。丙环唑与禾纹清抑制芽管伸长和菌丝生长的能力较强,对孢子萌发的抑制作用不大;多菌灵、异菌脲则能较好地抑制孢子萌发;苯醚甲环唑和休菌清的作用方式可能是抑制菌丝生长和抑制芽管伸长。

本研究结果表明,四种处理方式和六种药剂对苹果果实炭疽病的防治效果差异显著。丙环唑、禾纹清和苯醚甲环唑防治效果较好,丙环唑的保护性防治效果可达 100%。此外,本次试验的防治效果评判标准为病斑扩展的直径,但有的病斑扩展较快而产生分生孢子盘慢且少,有的病斑小但产生分生孢子盘快而明显。因此,按分生孢子盘的分级标准来计算病情指数从而判别防治效果是否更好,有待进一步试验。

在苹果炭疽病的防治中,我国使用多菌灵防治此病已有近 20 年的历史,连年用药的苹果产区陆续发生药效下降的现象[10]。Okioga(1976)[12]报道炭疽菌对苯并咪唑类农药产生抗药性,以后 Cook 等人陆续发表了抗药性的研究结果。本试验选用了杂环类的杀菌剂苯醚甲环唑、丙环唑、异菌脲和腈类的杀菌剂休菌清来做比较研究。从结果看,多菌灵实际防治效果较差,与前人的报道相符。

本试验都是在控制条件下进行的,研究结果还需在大批量苹果仓储中进行验证。

参 考 文 献

1 张东林,陈　芳. 水果采后病害的生物防治. 中国果树,1992,(3):36 - 38

2 刘书晓. 套袋对富士苹果轮纹病、炭疽病的影响. 河北果树,2002,3:5 - 7

3 毕　阳,欧阳春光. 抗氧剂及单果包装处理控制苹果梨的黑皮病. 甘肃农业大学,2002,37(1):26 - 30

4 檀根甲,吴芳芳. 生物脱氧控制苹果采后炭疽病效果研究. 21 世纪植物保护发展战略. 北京:中国科学技术出版社,2001

5 田世平,范　青. 丝孢酵母与钙和杀菌剂配合对苹果采后病害的控制效果. 植物学报,2001,43(5):501 - 505

6 范　青,田世平. 采摘后果实病害生物防治拮抗菌的筛选与分离. 中国环境科学,2001,21(24):313 - 316

7 Britta W J, William S. Combining yeasts or a bacterial biocontrol agent and heat treatment to reduce postharvest decay of Gala apples. Postharvest Biology and Technology, 2000, 21: 87 - 94

8 李红叶,曹若彬. 果蔬产后病害生物防治研究进展. 生物防治通报,1993,9(4):176 - 180

9 吴桂本,宫本义. 50%多锰锌可湿性粉剂防治苹果主要病害应用技术. 农药科学与管理,2001,22(5):23 - 25

10 陈功夫,张传伟. 苹果炭疽病菌对多菌灵抗药性研究. 果树科学,1993, 10(3): 150 - 153

11 司乃国. 咪鲜安的抗菌作用及应用. 植物保护,1999,25(2):37

12 Okioga D M. Occurrence of strains of *Colletotrichum coffeanum* resistance to methyl benzimidazol-2-yl-carbamate (carbendazim) and chemically-similar compounds. Annals of Applied Biology, 1976, 84(1): 21 - 30

Studies on chemical control techniques to postharvest anthracnose of apple

Wu Fangfang Tan Genjia Han Xiang

(Department of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: Several effective fungicides were screened and their application techniques to control postharvest anthracnose of apple were also studied. Bioassay results showed that the six fungicides could inhibit the growth of the hypha and the germ tube elongation of *Colletotrichum gloeosporioides*. Effective concentration (EC_{50}) of carbendazim, propiconazole, taktamer, difenoconazole and iprodione to inhibit the growth of hypha was 0.034, 0.015, 0.918, 0.115 and 31.865μg/ml, respectively. EC_{50} of propiconazole + carbendazim was 0.491μg/ml, and which inhibited the germ tube elongation was 0.4430, 0.0240, 0.3173, 0.0991, 154.88 and 0.2787μg/ml. The difference among the six fungicides to the percentage of conidial germination and that of the inhibition of germ tube elongation were significant. Iprodione and carbendazim could inhibit the conidial germination effectively, but the effect of the germ tube inhibition were the worst. Propiconazole and propiconazole + carbendazim couldn't inhibit the conidial germination, but the germ tube elongation could be inhibited effectively.

Accordingly , apples were inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides* at 25℃ indoors. The control effectiveness were compared by means of spraying and soaking. The results showed that the control effects by spraying and soaking have no difference, compared with other fungicides. Propiconazole, propiconazole + carbendazim and difenoconazole gave better effectiveness, 100%, 100% and 60.21%, respectively.

Key words: fungicides; *Colletotrichum gloeosporioides* ; disease control