

防治西葫芦和黄瓜白粉病的生物制剂的筛选

毕 扬¹, 张艳杰², 郭 巍^{1*}, 张 汀²,
李华义², 韩 兴², 王成顺², 李亚宁^{2*}

(1. 北京农学院植物科学技术学院, 北京 102206; 2. 河北农业大学植物保护学院,
河北省农作物病虫害生物防治工程技术中心, 保定 071001)

摘要 瓜类白粉病是蔬菜上的重要病害之一, 为加大对该病害的生物防治力度, 本研究采用课题组研发的 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌水剂和 10 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌悬浮剂以及市场上常用的枯草芽胞杆菌、哈茨木霉菌、寡雄腐霉、武夷菌素、多抗霉素等多种生物制剂进行田间药效试验, 比较几种生物制剂的防治效果。结果表明, 供试生物制剂对西葫芦白粉病的防效为 57.65%~84.98%, 其中 3% 多抗霉素水剂 600 倍液的防效最好, 为 84.98%, 且具有明显的促生长作用, 增产率达 12.65%。其次为 1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌可湿性粉剂(武汉天惠)400 倍液、2% 武夷菌素水剂 600 倍液和 3×10^8 cfu/g 哈茨木霉菌可湿性粉剂 300 倍液, 可作为西葫芦白粉病防治的选用药剂。 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌水剂对西葫芦和黄瓜白粉病均具有较好的防效, 分别为 78.68% 和 73.59%, 具有开发和应用的市場价值。

关键词 瓜类白粉病; 生物制剂; 玫瑰黄链霉菌; 多抗霉素

中图分类号: S 482.292 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.05.043

Screening of biological fungicides against summer squash powdery mildew and cucumber powdery mildew

Bi Yang¹, Zhang Yanjie², Guo Wei¹, Zhang Ting², Li Huayi², Han Xing², Wang Chengshun², Li Yaning²

(1. College of Plant Science and Technology, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China;

2. College of Plant Protection, Agricultural University of Hebei, Biological Control Centre of Plant Pathogens and Plant Pests of Hebei Province, Baoding 071001, China)

Abstract Cucurbits powdery mildew was recorded as one of the serious diseases on vegetables. In order to effectively control cucurbits powdery mildew, 1×10^9 cfu/g *Streptomyces roseoflavus* AS, 1×10^9 spores/g *Bacillus subtilis* SC developed by our laboratory and the biological fungicides used commonly on the market, including *B. subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Pythium oligadrum*, wuyiencin and polyoxin, were tested in the field. The results showed that the control efficacies of these biological fungicides were 57.65%–84.98%. The effect of the 600 times dilution of 3% polyoxin AS was best (up to 84.98%), with the ability to promote growth of summer squash. 1×10^{11} spores/g *B. subtilis* WP 400 times (Wuhan Tianhui), 2% wuyiencin AS 600 times and 3×10^8 cfu/g *T. harzianum* WP 300 times could also be used for the control of summer squash powdery mildew. 1×10^9 cfu/g *S. roseoflavus* AS showed good therapeutic activity against summer squash and cucumber powdery mildew, with a control efficacy of 78.68% and 73.59%, respectively. Therefore, 1×10^9 cfu/g *S. roseoflavus* AS has a good value for application and a prospect for market development.

Key words cucurbits powdery mildew; biological fungicide; *Streptomyces roseoflavus*; polyoxin

白粉病是限制设施瓜类蔬菜生产的重要病害之一, 在西葫芦种植区, 春秋两季均有发生, 发病率一

般可以达到 30%~100%, 严重时可导致减产 50% 以上, 甚至绝产^[1]。黄瓜白粉病在一般年份可造成

收稿日期: 2015-11-09 修订日期: 2016-01-19

基金项目: 北京市农业科技项目(20140128)

* 通信作者 E-mail: guowei@hebau.edu.cn; yaning22@163.com

减产 10% 左右,发病严重时可造成减产 20%~40%^[2]。引起瓜类白粉病的病原菌有两种,一种是瓜类单囊壳 [*Sphaerotheca cucurbitae* (Jacz.) Zhao],另一种是葫芦科白粉菌 [*Erysiphe cucurbitacearum* Zheng & Chen],无性态均为粉孢属^[3]。病原菌可寄生西葫芦、黄瓜、南瓜、甜瓜、西瓜、丝瓜、冬瓜等^[4-5]。空气相对湿度较大,温度在 20~24℃ 时,白粉病易于发生。研究表明,白粉病病原菌分生孢子的最适萌发温度为 20~25℃,湿度为 80% 以上^[6]。

在瓜类白粉病的防治中,化学农药使用量依然较大,但是随着有机农业和生物防治技术的发展,微生物和抗生素等生物制剂的研究和推广越来越多,谷医林^[7]从土壤中分离到一株解淀粉芽胞杆菌,对黄瓜白粉病的防治效果可达 83.45%。张晓云等^[8]测定了枯草芽胞杆菌 CAB-1 抑菌蛋白粗提物对黄瓜白粉病的效果,发现其保护和治疗的效果分别达到 73.33% 和 76.85%。杨春林等^[9]发现哈茨木霉 T-H-30 菌株对黄瓜白粉病的相对防效可达 69.9%~78.8%,陈雯舒等^[10]发现放线菌 C-2 对黄瓜白粉病的防效达 72.14%。目前市场上使用的防治瓜类白粉病的微生物制剂包括枯草芽胞杆菌、吸水链霉菌、哈茨木霉菌、木霉菌等,以枯草芽胞杆菌产品最多。本研究选用市场上常用的 5 个微生物菌剂成品、2 个抗生素制剂以及本课题组开发的 2 个微生物制剂,筛选适合京郊防治瓜类白粉病的生物制剂,并对本课题组开发的微生物制剂的防治效果进行评价。

1 材料和方法

1.1 试验地点

西葫芦白粉病药效试验于 2014 年 9 月—12 月在北京市房山区韩村河镇的西葫芦大棚进行。黄瓜白粉病药效试验于 2015 年 2 月—7 月在北京市顺义区大孙各庄镇的黄瓜大棚进行。

1.2 试验药剂

1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌可湿性粉剂(湖北武汉天惠生物工程有限公司)、1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌可湿性粉剂(山东省乳山韩威生物科技有限公司)、 1×10^6 孢子/g 寡雄腐霉菌可湿性粉剂(捷克 Image Trade Co., Ltd. 和捷克生物制剂有限公司)、 3×10^8 cfu/g 哈茨木霉菌可湿性粉剂(美国

拜沃股份有限公司)、 2×10^8 cfu/g 斩霜微生物菌剂(潍坊绿威特生物工程有限公司)、2% 武夷菌素水剂(潍坊万胜生物农药有限公司)、3% 多抗霉素水剂(绩溪农华生物科技有限公司)、30% 氟菌唑可湿性粉剂(日本曹达株式会社)、 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 Men-myc-93-63 水剂(河北农业大学植物保护学院)、10 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌悬浮剂(河北省农林科学院植物保护研究所)等。

1.3 试验方法及处理

西葫芦白粉病防治试验设置 11 个处理,2 个重复,每处理小区面积为 18 m²,小区随机排列。处理 1: 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS 100 倍液喷施;处理 2:10 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 SC 100 倍液喷施;处理 3:1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 WP(武汉天惠)400 倍液喷施;处理 4:1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 WP(乳山韩威)300 倍液喷施;处理 5: 1×10^6 孢子/g 寡雄腐霉菌 WP 3 000 倍液喷施;处理 6: 2×10^8 cfu/g 斩霜微生物菌剂 1 000 倍液喷施;处理 7: 3×10^8 cfu/g 哈茨木霉菌 WP 300 倍液喷施;处理 8:30% 氟菌唑 WP 1 500 倍液喷施;处理 9:2% 武夷菌素 AS 600 倍液喷雾;处理 10:3% 多抗霉素 AS 600 倍液喷雾;处理 11:清水对照。

黄瓜白粉病生物防治试验设置 6 个处理,3 个重复,每个处理小区面积为 18 m²,小区随机排列。处理 1: 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS 50 倍液喷施;处理 2: 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS 100 倍液喷施;处理 3: 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS 150 倍液喷施;处理 4:1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 WP(武汉天惠)400 倍液喷施;处理 5:10 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 SC 100 倍液喷施;处理 6:清水对照。

于西葫芦和黄瓜白粉病发病初期进行第 1 次喷施,采用 3WBD-20 型背负式电动喷雾器常规喷雾,喷水量为 40~50 L/667 m²。此后每隔 5~7 d 喷施 1 次,连续喷施 4~5 次。

1.4 防治效果调查方法^[11]

在第 1 次施药前和最后 1 次施药后 10 d 对各处理白粉病病情进行调查。每小区随机取 4 点,每点调查 2 株的全部叶片,根据每个叶片病斑面积占叶面积的百分率分级纪录^[11]。分级方法^[11]:0 级,无病斑;1 级,病斑面积占整个叶面积 0~5%;3 级,病斑面积占整个叶面积 6%~10%;5 级,病斑面积占整个叶面积 11%~20%;7 级,病斑面积占整个叶面积 21%~

40%;9级,病斑面积占整个叶面积40%以上。

病情指数=
$$\frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相对级数值})}{\text{调查总叶数} \times 9} \times 100;$$

防治效果(%)=
$$(1 - \frac{CK_0 \times PT_1}{CK_1 \times PT_0}) \times 100;$$

式中CK₀为空白对照区施药前病情指数;CK₁为空白对照区施药后病情指数;PT₀为药剂处理区施药前病情指数;PT₁为药剂处理区施药后病情指数。在施药结束后依据GB/T 17980.30-2000调查各处理是否产生药害及药害的严重程度。

1.5 产量测定

在西葫芦和黄瓜收获时,实收实测各小区的产量,计算各供试生物制剂的增产率。

增产率(%)=
$$\frac{\text{处理产量} - \text{对照产量}}{\text{对照产量}} \times 100。$$

1.6 数据统计分析

使用Excel进行数据分析和显著性检验,用邓

肯式新复极差法(DMRT)进行多重比较。

2 结果与分析

在供试生物制剂防治西葫芦白粉病试验中,施药4次达到较好的控制效果,且都未发生药害;从相对防效来看,供试药剂均具有一定的防效,且没有显著差异,防效为57.65%~84.98%(表1)。其中抗生素类生物农药3%多抗霉素AS 600倍液防效最高,达到84.98%,生防菌活菌制剂中1 000亿芽胞/g枯草芽胞杆菌WP(武汉天惠)400倍液的防效最高,为78.92%。本研究室开发的生防菌1×10⁹ cfu/g玫瑰黄链霉菌AS 100倍液的防效达到78.68%,高于山东乳山韩威的1 000亿芽胞/g枯草芽胞杆菌WP 300倍液、3×10⁸ cfu/g哈茨木霉菌WP 300倍液以及1×10⁶ 孢子/g寡雄腐霉菌WP 3 000倍液的防效,且具有较明显的促生长作用,增产率达到了14.69%。

表1 不同生物制剂对西葫芦白粉病的防效及增产效果¹⁾

Table 1 Control and yield-increasing efficacy of biological fungicides against summer squash powdery mildew

药剂名称 Biological fungicides	稀释倍数 Dilution factor	相对防效/% Relative control effect	增产率/% Yield increasing rate
1×10 ⁹ cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS	100	78.68 aA	14.69 aA
1×10 ⁹ cfu/g <i>Streptomyces roseoflavus</i> AS			
10 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 SC			
1×10 ⁹ spores/g <i>Bacillus subtilis</i> SC	100	72.51 abA	8.58 bcABC
1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 WP(武汉天惠)			
1×10 ¹¹ spores/g <i>Bacillus subtilis</i> WP (Wuhan Tianhui)			
1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 WP(乳山韩威)	300	67.35 abA	0.68 dCD
1×10 ¹¹ spores/g <i>Bacillus subtilis</i> WP (Rushan Hanwei)			
1×10 ⁶ 孢子/g 寡雄腐霉菌 WP			
1×10 ⁶ spores/g <i>Pythium oligadrum</i> WP	3 000	57.65 bA	4.98 cdBCD
2×10 ⁸ cfu/g 斩霜			
2×10 ⁸ cfu/g Zhan Shuang			
3×10 ⁸ cfu/g 哈茨木霉菌 WP	300	68.78 abA	4.56 cdBCD
3×10 ⁸ cfu/g <i>Trichoderma harzianum</i> WP			
30% 氟菌唑 WP			
30% Triflumizole WP	1 500	78.47 aA	0.01 dCD
2% 武夷菌素 AS			
2% Wuyiencin AS			
3% 多抗霉素 AS	600	78.48 aA	8.03 bcABCD
3% Polyoxin AS			
空白对照 CK			

1) 表中数据为3次重复平均值。同列数据后具有相同小写字母者表示在0.05水平无显著差异,具有相同大写字母者表示经Duncan氏多重比较在0.01水平无显著差异。下同。
The data in the table are mean of three duplicates. Values in the same column followed by same lowercase letters are not significantly different at 0.05 level, and those followed by the same capital letters are not significantly different at 0.01 level, by Duncan's new multiple range test. The same below.

在各供试药剂防治黄瓜白粉病试验中,未见药害产生。用1×10⁹ cfu/g玫瑰黄链霉菌AS 50倍液

对黄瓜白粉病的防效最好,为73.59%,增产率达到25.60%,与1 000亿芽胞/g枯草芽胞杆菌WP(武

汉天惠) 400 倍液具有显著性差异。 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS 50 倍液、100 倍液、150 倍液的防效没有显著性差异,其中 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉

菌 AS 50 倍液的防效显著高于 1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 WP(武汉天惠) 400 倍液,10 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 SC 100 倍液的防效为 61.26%(表 2)。

表 2 不同生物制剂对黄瓜白粉病的防效及增产效果

Table 2 Control and yield-increasing efficacy of biological fungicides against cucumber powdery mildew

药剂名称 Biological fungicide	稀释倍数 Dilution factor	相对防效/% Relative control effect	增产率/% Yield-increasing rate
1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS	50	73.59 aA	25.60 aA
1×10^9 cfu/g <i>Streptomyces roseoflavus</i> AS			
1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS	100	65.73 abA	20.18 abA
1×10^9 cfu/g <i>Streptomyces roseoflavus</i> AS			
1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS	150	68.17 abA	14.98 abA
1×10^9 cfu/g <i>Streptomyces roseoflavus</i> AS			
1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 WP(武汉天惠)	400	52.57 bA	11.92 bA
1×10^{11} spores/g <i>Bacillus subtilis</i> WP (Wuhan Tianhui)			
10 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 SC	100	61.26 abA	12.25 abA
1×10^9 spores/g <i>Bacillus subtilis</i> SC			
空白对照 CK	—	—	—

通过试验筛选,在西葫芦等瓜类白粉病防治中建议使用的生物制剂有 3%多抗霉素 AS 600 倍液、1 000 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 WP(武汉天惠)400 倍液、2%武夷菌素 AS 600 倍液和 3×10^8 cfu/g 哈茨木霉菌 WP 300 倍液等,建议在白粉病发病初期进行防治和预防,施用次数以 4~5 次为宜,间隔 5~7 d。

在试验中发现,本研究组研发的 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS 和 10 亿芽胞/g 枯草芽胞杆菌 SC 对西葫芦和黄瓜白粉也具有较好的防效,为其剂型的开发和产品的登记应用提供了良好的理论基础。

3 讨论

生活水平的提高以及人们对食品安全的重视促进了绿色、有机农产品的发展,也促进了生物防治农作物病虫害的研究和利用。生物农药以其低毒、无毒、低残留或无残留的优势迅速发展,虽然其防治效果与化学农药相比还存在差距,但是其发展趋势强劲。广义的生物制剂不仅包括微生物活菌制剂,还包括微生物产物制剂、植物源提取物等。近些年,在白粉病的防治中,各种生物制剂被广泛开发应用。唐洪杰等^[6]采用 10 亿 cfu/g 枯草芽胞杆菌可湿性粉剂进行黄瓜白粉病的防治,防效为 87.2%~90.7%。王美英等^[12]分离出两个内生放线菌,其发酵液的 5 倍稀释液对西葫芦白粉病的田间防效达到 56.33%和 69.88%。洪奎贤等^[13]采用 80 亿 cfu/mL 枯草芽胞杆菌 AS 进行黄瓜白粉病的防治试验,发现 3~7 d 后其防效在 63.32%~84.01%,速效性很好且安全

可靠。郭敬华等^[14]通过试验证明玫瑰黄链霉菌 Men-myc-93-63 对黄瓜白粉病具有较好的保护和治疗作用,其发酵液的保护和治疗效果分别达到 88.63%和 88.26%。在本研究中, 1×10^9 cfu/g 玫瑰黄链霉菌 AS 表现出较好的防治西葫芦和黄瓜白粉病的效果;各类枯草芽胞杆菌制剂对白粉病的防治效果也在 50%以上; 2×10^8 cfu/g 斩霜微生物菌剂登记为微生物菌肥,在西葫芦白粉病的防治中,其防效也达到了 74.57%; 1×10^6 孢子/g 寡雄腐霉菌 WP 和 3×10^8 cfu/g 哈茨木霉菌 WP 对西葫芦白粉病的防效未超过 70%,这可能与施药浓度有关,提高其施用浓度是否会提高防效,仍需进一步试验研究。

参考文献

[1] 姚良琼,魏峰,强刚. 西葫芦白粉病的研究[J]. 农业灾害研究, 2014, 4(5): 21-24.

[2] 尹哲,原锴,谷培云,等. 京郊温室大棚黄瓜白粉病流行预测模型构建[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(3): 46-48.

[3] 董金皋. 农业植物病理学(第二版)[M]. 北京:中国农业出版社, 2007.

[4] 咸丰,张勇,马建祥,等. 陕西关中地区瓜类白粉病菌生理小种鉴定[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(10): 115-120.

[5] 高锋. 吉林省主要瓜类白粉病发生规律及综合防治措施的研究[D]. 长春:吉林农业大学, 2007.

[6] 唐洪杰,魏萍,姚夕敏,等. 两种生物制剂对有机黄瓜白粉病的防治效果[J]. 农学报, 2015, 5(6): 42-44.

[7] 谷医林. 瓜类白粉病生防菌 LJ1 的鉴定和诱导抗病性研究及生物安全性评价[D]. 郑州:河南农业大学, 2013.

且施药时容易将花蕾折断。有研究者在木本植物的树干上钻洞后将药剂注入防治蓟马、华北大黑鳃金龟成虫、槐尺蠖,并取得较好防效^[8-10]。木本植株树干较硬,施药前需钻洞,增加了施药的时间。香蕉是大型草本植物,茎秆为叶鞘包裹组成,茎秆称作假茎。假茎组织较疏松,便于器械的插入,使用专用注射器在假茎上注射施药变得可行^[5]。而蓟马是香蕉园中的重要害虫,喷雾防治该虫费工费时,农药浪费率高^[6]。在本研究中采用香蕉假茎注射药剂防治蓟马,施药时期为香蕉刚现蕾时,为方便施药操作,在离地面约 1 m 的位置对准假茎中部,向下 45°角插入针头,深度为 8~11 cm。每个注射孔注射 20 mL 药液,过多容易溢出。多孔注射时,考虑操作的方便性,注射点可选择在离地面 1.0 m 左右的位置进行。与常规喷雾施药 2 次相比,假茎注射 70%吡虫啉水分散剂 200、250 倍液对香蕉整个果穗的防效差异不显著,但对果穗不同位置的防效差异明显。常规喷雾施药时,吡虫啉发挥了触杀和内吸的作用活性,花蕾刚现出时第一次施药,迁入的蓟马种群直接接触药剂被毒杀,植株吸收的药剂进一步发挥活性,花蕾苞片打开 2 梳时第二次施药,吡虫啉进一步发挥触杀和内吸的活性,故对整个香蕉果穗有较好的保护效果。而假茎注射施药,药剂不发挥触杀作用,吡虫啉从注射的位置传导到花蕾发挥作用,对蓟马的防效表现为随着花蕾的生长,苞片打开后的防效更高,这表明吡虫啉通过茎秆注射,需要一定时间才能传导到果穗,发挥效果^[9]。通过假茎注射进入组织的吡虫啉在植株中的传导规律和蓟马种群发生为害动态的关系、香蕉采收时果实中吡虫啉及主要代谢产物的残留是否存在和超过限量标准、对蕉园中昆虫群落的影响等问题,有待于进一步研究。本试验提出了通过香蕉假茎注射施药的方式,并为这种施药方式防治病虫害提供了理论依据和实践支撑。

在试验中,70%吡虫啉 WG 200 倍稀释液,注射 40、60 mL 对蓟马有较好的防效,考虑农药使用成本,假茎注射 70%吡虫啉 WG 防治蓟马推荐采用 200 倍稀释液,每株注射 40 mL。以 120 株香蕉/667 m² 计算,与常规的喷雾施药方法施用 2 次比较,通过假茎注射施药,667 m² 香蕉地可节省 15.6 g 农药制剂,372 min 施药时间,达到了农药减量与确保防效并举的技术效果;并降低了对环境的污染,降低了施药的劳动强度、节省了劳动力成本;操作方面,施药时不受天气情况的限制,实现了科学精准施药,为我国农业部提出的《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》提供了有力的技术支撑。

参考文献

- [1] 曾莉,郭志祥,番华彩,等. 云南香蕉病虫害危害现状及防治策略[J]. 热带农业科技, 2011, 34(3): 18-22.
- [2] 林明光,刘福秀,彭正强,等. 海南省香蕉作物害虫调查与鉴定[J]. 西南农业学报, 2009, 22(6): 1619-1623.
- [3] 李鄂平. 香蕉花蓟马的为害及防治[J]. 植物医生, 2003, 16(5): 20.
- [4] 曾鑫年,林进添. 黄胸蓟马对香蕉的危害及其防治[J]. 植物保护, 1998, 24(6): 15-17.
- [5] 尹可锁,杨韶松,常仕代,等. 草甘膦异丙胺盐杀灭香蕉病毒病植株的研究[J]. 植物保护, 2015, 41(1): 190-192.
- [6] 付步礼,邱海燕,刘奎,等. 螺虫乙酯等 7 种杀虫剂对香蕉花蓟马的田间防治试验[J]. 中国南方果树, 2014, 43(1): 54-55.
- [7] 周昆华,周煊雄. 花蕾注射法防治香蕉花蓟马的试验研究[J]. 云南农业科技, 2007(5): 20-22.
- [8] 唐光辉,孙平平,翟梅枝,等. 树干注药后吡虫啉在核桃组织中的分布动态研究[J]. 农药学报, 2008, 10(2): 232-235.
- [9] Byrne F J, Urena A A, Robinson L J, et al. Evaluation of neonicotinoid, organophosphate and avermectin trunk injections for the management of avocado thrips in California avocado groves [J]. Pest Management Science, 2012, 68(5): 811-817.
- [10] 田鹏鹏. 树干注射吡虫啉在树体内的吸收传导分布研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [8] 张晓云,李宝庆,郭庆港,等. 枯草芽孢杆菌 CAB-1 抑菌蛋白对黄瓜白粉病的防治作用[J]. 中国生物防治学报, 2012, 28(3): 375-380.
- [9] 杨春林,席亚东,刘波微,等. 哈茨木霉 T-H-30 菌株对黄瓜白粉病的防治效果及其促生作用[J]. 中国生物防治, 2008, 24(S1): 55-58.
- [10] 陈雯舒,曹远银,孙仲桂,等. 放线菌 C-2 发酵产物对草莓和黄瓜白粉病的生防效果[J]. 江苏农业科学, 2010(3): 137-138.
- [11] 农业部农药检定所. GB/T 17980. 30-2000, 农药田间药效试验准则(一): 杀菌剂防治黄瓜白粉病[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000 中华人民共和国国家标准.
- [12] 王美英,黄丽丽,涂璇,等. 植物内生放线菌防治西葫芦白粉病的初步研究[J]. 园艺学报, 2007, 34(6): 1471-1476.
- [13] 洪奎贤,赵丽,汪彦欣,等. 新型杀菌剂对黄瓜白粉病的控制效果评价[J]. 杭州农业与科技, 2013(1): 34-35.
- [14] 郭敬华,孟庆芳,李亚宁,等. 玫瑰黄链霉菌 Men-myc-93-63 发酵液对黄瓜白粉病抗性的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(S1): 1-4.

(责任编辑: 杨明丽)

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 237 页)