

7 种药剂对温室白粉虱不同虫态的防治效果

陈金翠, 侯德佳, 王泽华, 宫亚军*, 魏书军*

(北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097)

摘要 为筛选防治温室白粉虱的有效药剂, 采用室内和田间药效方法测定了 7 种杀虫剂在推荐剂量下对温室白粉虱卵、若虫和成虫的防治效果。结果表明: 22% 氟啶虫胺胍悬浮剂、1.8% 阿维菌素乳油单用或 22.4% 螺虫乙酯悬浮剂和 25% 烯啶虫胺可溶性粉剂混用对卵和若虫的防效高达 85% 以上。10% 氟啶虫酰胺水分散粒剂、22% 氟啶虫胺胍悬浮剂对成虫的速效性和持效性最好, 防效均高达 94% 以上。因此, 推荐在温室白粉虱发生初期选择氟啶虫酰胺、氟啶虫胺胍、阿维菌素单用或螺虫乙酯和烯啶虫胺混用进行防治, 世代重叠严重时可根据对不同虫态的防治效果选择几种药剂混用。

关键词 药剂; 温室白粉虱; 虫态; 防治效果

中图分类号: S 433.3 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.04.041

Control efficacy of seven insecticides to the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) at different developmental stages

Chen Jincui, Hou Dejia, Wang Zehua, Gong Yajun, Wei Shujun

(Institute of Plant and Environment Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract In order to screen effective pesticides against the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), control efficacies of seven insecticides at recommended concentrations on eggs, nymphs and adults of *T. vaporariorum* were evaluated by indoor and field tests. The results showed that sulfoxaflor 22% SC, mixture of spirotetramat 22.4% SC and nitenpyram 25% SP, and abamectin 1.8% EC had the highest control efficacy to eggs and nymphs with values higher than 85%. For adults, the flonicamid 10% WG and sulfoxaflor 22% SC had the best control efficacy and persistent effect, with the control efficacy higher than 94%. Therefore, flonicamid, sulfoxaflor, nitenpyram, or mixture of spirotetramat and abamectin alone were recommended for control of *T. vaporariorum* during the early stage of the pest occurrence. When *T. vaporariorum* with multiple developmental stages occurred simultaneously in the field, the combined insecticides according to their performance were recommended for application.

Key words pesticide; *Trialeurodes vaporariorum*; developmental stage; control efficacy

温室白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) 属半翅目粉虱科, 是设施蔬菜上主要害虫之一^[1-3]。该虫繁殖速度快, 寄生范围广, 可达 121 科 898 种, 主要为害瓜类、豆类、茄科、花卉等农作物^[4]。温室白粉虱除以成虫和若虫刺吸植株汁液、分泌蜜露引发霉菌外, 还可传播植物病毒, 致使植物褪绿、变黄、萎蔫甚至枯死, 造成作物产量降低, 品质下降, 甚至绝产^[5-9]。

设施农业的发展为温室白粉虱的越冬和繁殖创

造了有利条件^[10], 该虫在温室中可周年繁殖, 世代重叠, 种群数量上升快, 虫体特别是翅上有白色蜡质粉状物覆盖, 增加了防治难度。随着保护地蔬菜种植面积扩大, 粉虱类害虫危害越来越严重, 特别是在 20 世纪 80 年代危害严重的温室白粉虱, 最近几年呈现出再猖獗的趋势^[11], 在北京多个蔬菜种植区成为主要危害种类, 且在秋冬季节与烟粉虱混合发生。由于温室白粉虱成、若虫均造成危害, 且成、若虫对药剂的敏感性差异较大, 在世代重叠严重的情

收稿日期: 2016-10-06

修订日期: 2016-11-14

基金项目: 北京市农林科学院科技创新能力建设专项 (KJXC20140403、KJXC20150406); 北京市农林科学院农业科技示范推广项目 (201682); 北京市科技计划项目 (D16110500550000); 北京市农林科学院创新团队 (JNKYT201605)

* 通信作者 E-mail: shujun268@163.com; gongyajun200303@163.com

况下,使用单一药剂防治无法取得良好的效果,致使菜农大量、多次使用化学药剂进行防治,对蔬菜品质与食品安全造成威胁,同时导致温室粉虱对多种药剂产生抗药性^[12-14],使得防治效果较好的新烟碱类、抗生素类农药效果越来越差^[15-17]。

根据近几年新农药的发展趋势,本研究测定了 7 种新型杀虫剂对温室白粉虱卵、若虫和成虫的防治效果,以期选出针对不同虫态的防治药剂,为温室白粉虱防治中科学合理的用药提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试药剂和虫源

本研究选用的 7 种药剂及其田间推荐使用浓度如下:1.8%阿维菌素 EC(abamectin,河北威远生物化工股份有限公司)3 000 倍液、20%啉虫脒 WP(acetamiprid,诺普信农化股份有限公司)3 000 倍液、10%溴氰虫酰胺 OD(cyantraniliprole,美国杜邦公司)1 125 倍液、22%氟啉虫胺腈 SC(sulfoxaflor,美国陶氏益农公司)1 500 倍液、25%噻虫嗪 WG(thiamethoxam,先正达中国投资有限公司)3 000 倍液、22.4%螺虫乙酯 SC(spirotetramat,德国拜耳作物科学公司)1 500 倍和 25%烯啶虫胺 SP(nitenpyram,江苏剑牌农化股份有限公司)1 250 倍液混用、10%氟啉虫酰胺 WG(flonicamid,日本石原产业株式会社)3 000 倍液。设置喷施清水为对照。

供试虫源为北京市海淀区双新果园温室番茄上自然发生的温室白粉虱。

1.2 试验方法

1.2.1 对温室白粉虱卵的防治效果评价方法

对温室白粉虱卵的防治效果试验采用叶面喷雾法^[18]。将室内种植的株高约 25~30 cm 无虫番茄苗(品种为‘仙客 6 号’)置于温室白粉虱虫口密度较高的番茄地 24 h,让其自然产卵,以获得虫态整齐的虫源。待接入足量温室白粉虱卵后取回,在显微镜下查看每株上卵的数量并剔除少量烟粉虱卵(温室白粉虱的卵近孵化时为黑紫色,卵上覆盖成虫产的蜡粉较明显,而烟粉虱的卵近孵化时为褐色),保证每株供试植株上温室白粉虱卵的数量不少于 150 粒。将各药剂用清水配制成所需浓度,用手持喷雾器对整株进行均匀喷雾,试验设 4 次重复。施药后将苗放在隔离温室内培养,待卵孵化、若虫固定后在显微镜下查看,以固定若虫数作为卵的孵化数。

1.2.2 对温室白粉虱若虫的防治效果评价方法

对温室白粉虱若虫的防治效果试验采用叶面喷

雾法^[18]。卵孵化前在显微镜下去除烟粉虱的卵。待接虫苗上的温室白粉虱发育至 2 龄若虫时,在显微镜下查看并记录每株上若虫数量。施药方法同上,试验设 4 次重复。施药后将带虫苗放在隔离温室内培养,待若虫发育至蛹时,在显微镜下检查若虫死亡情况,凡发育至蛹的均为活虫,虫体干瘪,颜色变暗褐色记为死亡。

1.2.3 对温室白粉虱成虫的防治效果评价方法

由于从田间采回室内的成虫自然死亡率较高,对成虫防治效果试验在田间进行。共设 7 种药剂处理和 1 个清水对照,每处理重复 4 次,共设 32 小区,小区面积约 30 m²,随机区组排列。将各试验药剂配制成所需浓度,用西班牙生产的没得比背负式电动喷雾器对整株进行均匀喷雾,药液量为 675 kg/hm²。试验在北京市海淀区双新果园温室番茄‘仙客 6 号’上进行,株高 1.5 m,株行距为 30 cm×100 cm,温室白粉虱发生严重,分布均匀。试验地土壤为砂壤土,土壤肥力均匀。试验温室为樱桃与番茄南北向混合种植,每 4 行番茄种植 1 行樱桃,施药时以 4 行番茄作为一种处理,樱桃为隔离行,以减少温室白粉虱成虫在不同处理区间扩散造成的互相干扰。对于田间混合发生的少量烟粉虱成虫不进行统计。试验期间未施用过其他任何杀虫剂。

调查采用随机取样方法,施药前每小区随机调查生长点部位 10 片复叶,在清晨成虫不活跃时轻轻翻动叶片,统计每叶片上的成虫数,药后 1、3、7、14 d 采用随机取样方式调查各处理区生长点处 10 片复叶上残存的成虫数。

1.3 数据分析

根据田间调查结果,用下列公式计算出虫口减退率和防治效果,并用 Duncan 氏新复极差测验法进行差异显著性分析。

虫口减退率(%)=(药前活虫数-药后活虫数)/药前活虫数×100;

防治效果(%)=(药剂处理区虫口减退率-空白对照区虫口减退率)/(100-空白对照区虫口减退率)×100。

2 结果与分析

2.1 对温室白粉虱卵的防治效果

22%氟啉虫胺腈 SC 1 500 倍液单用、22.4%螺虫乙酯 SC 1 500 倍液和 25%烯啶虫胺 SP 1 250 倍液混用对卵的防治效果最高,分别为 100%和 98.23%,二者差异不显著,与其他药剂相比差异极显著($P <$

0.01)。1.8%阿维菌素 EC 3 000 倍液、25%噻虫嗪 WG 3 000 倍液、10%氟啉虫酰胺 WG 3 000 倍液和 10%溴氰虫酰胺 OD 1 125 倍液对卵的防治效果依次为 85.76%、66.08%、61.84%和 43.20%，其中 1.8%阿维菌素 EC 3 000 倍液防治效果较好，与其他 3 种药剂相比差异极显著($P<0.01$)。20%啉虫脒 WP 3 000 倍液对卵的防治效果最差，仅为 26.84%，与其他药剂防治效果相比差异极显著($P<0.01$)(表 1)。

2.2 对温室白粉虱若虫的防治效果

1.8%阿维菌素 EC 3 000 倍液单用、22.4%螺虫乙酯 SC 1 500 倍液和 25%烯啶虫胺 SP 1 250 倍液混用、22%氟啉虫胺腈 SC 1 500 倍液单用在 2 龄若虫期施药，对若虫防治效果分别为 100%、100%、89.90%，三者在 0.01 水平差异不显著。10%溴氰虫酰胺 OD 1 125 倍液、20%啉虫脒 WP 3 000 倍液、10%氟啉虫酰胺 WG 3 000 倍液防治效果较差，分别为 75.30%、67.65%和 64.60%，三者在 0.01 水平差异不显著。25%噻虫嗪 WG 防治效果最差，仅为 26.21%，与其他药剂相比差异极显著($P<0.01$)(表 2)。

2.3 对温室白粉虱成虫的防治效果

在 14 d 的试验期间 10%氟啉虫酰胺 WG 3 000倍液、22%氟啉虫胺腈 SC 1 500 倍液对成虫的速效性和持效性最好，1 d 的防治效果分别为 95.00%和94.20%，7 d 的防治效果分别为 93.22%和 96.15%，14 d 的防治效果分别为 95.97%和 97.40%，且防治效果间没有显著差异。22.4%螺虫乙酯 SC 1 500 倍液和 25%烯啶虫胺 SP 1 250 倍液混用和 1.8%阿维菌素 EC 3 000 倍液单用对成虫的速效性较好，但持效性较差，1 d 防治效果分别为 87.14%和 81.62%，14 d 防治效果分别为 69.07%和 75.88%。20%啉虫脒 WP 3 000 倍液、25%噻虫嗪 WG 3 000 倍液和 10%溴氰虫酰胺 OD 1 125 倍液对成虫的速效性和持效性均较差，1 d 防治效果分别为 77.17%、69.31%和 53.61%，14 d 防治效果分别为 66.28%、58.65%和 47.12%。在所有供试药剂中 10%溴氰虫酰胺 OD 1 125倍液防治效果最差，药后 1~14 d 的最高防治效果仅为 64.79%，且 1 d 和 14 d 防治效果与其他药剂相比差异显著($P<0.05$)(表 3)。

表 1 7 种药剂对温室白粉虱卵的防治效果¹⁾

Table 1 Control efficacy of seven pesticides against eggs of *Trialeurodes vaporariorum*

供试药剂 Pesticide	稀释倍数 Dilution ratio	供试卵数/粒 Number of eggs	存活虫数/头 Number of living insects	防治效果/% Control efficacy
22%氟啉虫胺腈 SC 22% sulfoxaflor SC	1 500	171	0	100 aA
22.4%螺虫乙酯 SC 和 25%烯啶虫胺 SP 混用 22.4% spirotetramat SC and 25% nitenpyram SP mixture	1 500+1 250	201	3	98.23 aA
1.8%阿维菌素 EC 1.8% abamectin EC	3 000	151	17	85.76 bB
25%噻虫嗪 WG 25% thiamethoxam WG	3 000	126	30	66.08 cC
10%氟啉虫酰胺 WG 10% flonicamid WG	3 000	173	46	61.84 cC
10%溴氰虫酰胺 OD 10% cyantraniliprole OD	1 125	178	72	43.20 dD
20%啉虫脒 WP 20% acetamiprid WP	3 000	187	95	26.84 eE

1) 同列数据后不同大写字母表示在 1%水平上差异显著，不同小写字母表示在 5%水平上差异显著。下同。
Different uppercase letters in the same column indicated statistical difference at $P<0.01$. Different lowercase letters in the same column indicated statistical difference at $P<0.05$. The same as in the following tables.

表 2 7 种药剂对温室白粉虱 2 龄若虫的防治效果

Table 2 Control efficacy of seven pesticides against second instar nymphs of *Trialeurodes vaporariorum*

供试药剂 Pesticide	稀释倍数 Dilution ratio	虫口基数/头 Base number	存活虫数/头 Number of living insects	防治效果/% Control efficacy
1.8%阿维菌素 EC 1.8% abamectin EC	3 000	208	0	100 aA
22.4%螺虫乙酯 SC 和 25%烯啶虫胺 SP 混用 22.4% spirotetramat SC and 25% nitenpyram SP mixture	1 500+1 250	157	0	100 aA
22%氟啉虫胺腈 SC 22% sulfoxaflor SC	1 500	167	11	89.90 bA
10%溴氰虫酰胺 OD 10% cyantraniliprole OD	1 125	162	32	75.30 cB
20%啉虫脒 WP 20% acetamiprid WP	3 000	245	54	67.65 cdB
10%氟啉虫酰胺 WG 10% flonicamid WG	3 000	153	35	64.60 dB
25%噻虫嗪 WG 25% thiamethoxam WG	3 000	198	106	26.21 eC

表 3 7 种药剂对温室白粉虱成虫田间防治效果

Table 3 Field control efficacy of seven pesticides against adults of *Trialeurodes vaporariorum*

供试药剂 Pesticide	稀释倍数 Dilution ratio	虫口 基数/头 Base number	药后 1 d		药后 3 d		药后 7 d		药后 14 d	
			存活虫数/头 Number of living insects	防治效果/% Control efficacy	存活虫数/头 Number of living insects	防治效果/% Control efficacy	存活虫数/头 Number of living insects	防治效果/% Control efficacy	存活虫数/头 Number of living insects	防治效果/% Control efficacy
10%氟啶虫酰胺 WG	3 000	300	15	95.00 aA	10	97.05 aA	23	93.22 aA	18	95.97 aA
10% flonicamid WG										
22%氟啶虫胺胍 SC										
22% sulfoxaflor SC	1 500	213	10	94.20 aA	4	98.31 aA	10	96.15 aA	8	97.40 aA
22.4%螺虫乙酯 SC 和 25%烯啶虫胺 SP 混用	1 500+	194	30	87.14 abAB	27	85.45 bAB	75	66.3 cdCD	85	69.07 bBC
22.4% spirotetramat SC and 25% nitenpyram SP mixture	1 250									
1.8%阿维菌素 EC	3 000	405	64	81.62 abcAB	138	68.66 cC	77	83.36 bAB	141	75.88 bB
1.8% abamectin EC										
20%啶虫脒 WP										
20% acetamiprid WP	3 000	378	74	77.17 cAB	107	74.29 bcBC	123	72.70 cBC	183	66.28 bcBC
25%噻虫嗪 WG	3 000	360	112	69.31 cBC	105	73.98 bcBC	184	56.87 dD	210	58.65 cCD
25% thiamethoxam WG										
10%溴氰虫酰胺 OD	1 125	329	140	53.61 dC	123	64.79 cC	140	60.29 dCD	239	47.12 dD
10% cyantraniliprole OD										
对照 CK	—	250	248	—	286	—	292	—	353	—

3 结论与讨论

温室白粉虱对过去常用化学药剂普遍产生了抗药性,给防治带来较大困难^[13-17]。本研究表明,22%氟啶虫胺胍 SC 单用、22.4%螺虫乙酯 SC 和 25%烯啶虫胺 SP 混用、1.8%阿维菌素 EC 对温室白粉虱不同虫态的防治效果均很好。虽然氟啶虫胺胍与其他烟碱类药剂具有相同的作用靶标,但是该药剂与吡虫啉等烟碱类药剂对温室白粉虱和烟粉虱没有交互抗性^[19]。螺虫乙酯是一类新型杀虫剂,关于该药剂对温室白粉虱防控效果的报道尚较少^[20]。阿维菌素是生产上的常用药剂,使用时间较长,但该药剂对温室白粉虱的防控效果仍然较好^[21]。

20%啶虫脒 WP、10%溴氰虫酰胺 OD、25%噻虫嗪 WG 3 种药剂对各个虫态的防治效果均较差。温室白粉虱对啶虫脒和噻虫嗪的抗药性已有报道^[17-22]。噻虫嗪由先正达公司研发,2000 年投入中国市场,因其高效、低毒、内吸等特点,很长一段时间成为防治温室白粉虱的首选药剂^[23-24]。但本次试验结果显示,此药剂对温室白粉虱杀虫活性已降低,对卵防治效果为 66.08%,若虫防治效果为 26.21%,成虫 1~14 d 最高防治效果为 73.98%。

10%氟啶虫酰胺 WG 防治温室白粉虱成虫效果最好,但卵期、若虫期施药的防治效果较低。该药剂同样对烟粉虱成虫防控效果较好,但对卵和若虫几乎没有防控效果^[25]。在田间虫口密度较大且不

同虫态混合发生时应结合对卵和若虫有效的药剂使用。

基于以上研究结果,建议在温室白粉虱发生初期选择 10%氟啶虫酰胺 WG、1.8%阿维菌素 EC、22%氟啶虫胺胍 SC 单用或 22.4%螺虫乙酯 SC 和 25%烯啶虫胺 SP 混用。世代重叠较严重时,因 10%氟啶虫酰胺 WG 对卵、若虫防治效果一般,建议不要单一使用,可选择 22%氟啶虫胺胍 SC、1.8%阿维菌素 EC 单用或 22.4%螺虫乙酯 SC 和 25%烯啶虫胺 SP 混用进行防治。为了延缓温室白粉虱产生抗药性,应选用作用机制不同的药剂交替使用,尽量避免单一、长期使用一种药剂。

参考文献

[1] 陈萍,胡作栋. 温室白粉虱发生规律与防治技术[J]. 西北园艺, 2013(6): 35-36.

[2] Fazeli-Dinan M, Talaiei-Hassanloui R, Goettel M. Virulence of the entomopathogenic fungus *Lecanicillium longisporum* against the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and its parasitoid *Encarsia formosa* [J]. International Journal of Pest Management, 2016,62(3): 1-10.

[3] Zapata N, Vargas M, Latorre E, et al. The essential oil of *Laurelia sempervirens* is toxic to *Trialeurodes vaporariorum* and *Encarsia formosa* [J]. Industrial Crops and Products,2016,84:418-422.

[4] 马瑞燕,孔维娜,郝利军. 温室白粉虱对几种园艺植物的偏好性[J]. 昆虫知识, 2005, 42(3): 301-304.

[5] 李新华,李金萍,李静,等. 棚室白粉虱的发生与防治[J]. 新疆农业科技, 2008(5): 69.

- [6] 花冬梅. 冬季温室白粉虱的发生与防治[J]. 植物医生, 2003, 16(6): 11-12.
- [7] 李清西, 赵莉. 温室白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum* Westwood 生物学及其防治[J]. 新疆农业大学学报, 1997, 20(2): 22-28.
- [8] 向玉勇, 李子忠, 张帆, 等. 烟粉虱和温室粉虱的研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2004, 23(4): 352-359.
- [9] 石勇强, 惠伟, 陈川, 等. 国内温室白粉虱的生物学习性与防治研究综述[J]. 陕西农业科学, 2002(9): 19-21.
- [10] 崔旭红, 陈艳华, 谢明, 等. B型烟粉虱和温室白粉虱在温度逆境下的生存特性比较[J]. 昆虫学报, 2007, 50(12): 1232-1238.
- [11] 郑长英, 冯志国, 王雅卉, 等. 烟粉虱和温室白粉虱在相同生境下的种间竞争研究[J]. 农学学报, 2012, 2(8): 20-24.
- [12] 徐宝云, 张友军, 朱国仁, 等. 不同类型杀虫剂对温室白粉虱若虫的毒力研究[J]. 农药科学与管理, 1999, 20(3): 20-21.
- [13] 李彦蓉, 任璐, 韩巨才. 温室白粉虱对常用杀虫剂的敏感性测定[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2011, 31(2): 134-136.
- [14] 王俊平, 张爱霞, 郑长英, 等. 常用杀虫剂对烟粉虱和温室白粉虱的毒力测定[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2012, 29(3): 1-4.
- [15] 胡学雄, 白义川, 李晓炜, 等. 10种杀虫剂对温室白粉虱成虫抗药性的检测[J]. 天津农业科学, 2006, 12(1): 25-27.
- [16] Gorman K, Devine G, Bennison J, et al. Report of resistance to the neonicotinoid insecticide imidacloprid in *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae)[J]. Pest Management Science, 2007, 63(6): 555-558.
- [17] Karatolos N, Denholm I, Williamson M, et al. Incidence and characterisation of resistance to neonicotinoid insecticides and pymetrozine in the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae)[J]. Pest Management Science, 2010, 66(12): 1304-1307.
- [18] 宫亚军, 王泽华, 康总江, 等. 新型双向传导杀虫剂—螺虫乙酯对Q型烟粉虱的防治效果[J]. 植物保护, 2012, 38(6): 157-160.
- [19] Longhurst C, Babcock J M, Denholm I, et al. Cross-resistance relationships of the sulfoximine insecticide sulfoxaflor with neonicotinoids and other insecticides in the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* [J]. Pest Management Science, 2013, 69(7): 809-813.
- [20] Nauen R, Reckmann U, Thomzik J, et al. Biological profile of spirotetramat (Movento®)—a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against sucking pest species [J]. Bayer CropScience Journal, 2008, 61(2): 245-278.
- [21] Gorman K, Hewitt F, Denholm I, et al. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK [J]. Pest Management Science, 2002, 58(2): 123-130.
- [22] Okazaki S, Yoshimatsu H, Wada S, et al. Decrease in susceptibility to acetamiprid of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) collected in Oita Prefecture [J]. Kyushu Plant Protection Research, 2010, 56: 83-87.
- [23] 苏毅, 蔡新. 阿克泰防治温室白粉虱的研究[J]. 农药科学与管理, 2001, 22(3): 24-25.
- [24] 刘慧莲. 不同药剂对设施蔬菜温室白粉虱防治药效试验[J]. 北方园艺, 2011(24): 165-166.
- [25] Roditakis E, Fytrou N, Staurakaki M, et al. Activity of flonicamid on the sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and its natural enemies [J]. Pest Management Science, 2014, 70(10): 1460-1467.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 217 页)

- [3] 王晓鸣, 晋齐鸣, 石洁, 等. 玉米病害发生现状与推广品种抗性对未来病害发展的影响[J]. 植物病理学报, 2006, 36(1): 1-11.
- [4] 郑明祥, 胡务义, 阮义理, 等. 玉米南方型锈病夏孢子的侵染时期[J]. 植物保护学报, 2004, 31(4): 439-440.
- [5] 王晓鸣, 巩双印, 柳家友, 等. 玉米叶斑病药剂防控技术探索[J]. 作物杂志, 2015(3): 150-154.
- [6] 张伟, 苏前富, 李红, 等. 吉林省玉米大斑病药剂防控前移技术研究[C]//中国植物保护学会 2014 年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014.
- [7] 韩海亮, 谭禾平, 赵福成, 等. 甜糯玉米小斑病发生规律及前移防治试验[J]. 浙江农业科学, 2014 (12): 1862-1864.
- [8] 马佳, 张婷, 王猛, 等. 玉米小斑病发生前期化学防治初步研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2013, 31(4): 45-50.
- [9] 方中达. 植病研究方法[M]. 第3版. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [10] 王晓鸣, 石洁, 晋齐鸣, 等. 玉米病虫害田间手册[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2010.
- [11] Li Yuanbo, Dong Fengshou, Liu Xingang, et al. Studies of enantiomeric degradation of the triazole fungicide hexaconazole in tomato, cucumber, and field soil by chiral liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chirality, 2013, 25(3): 160-169.
- [12] 周子燕, 李昌春, 高同春, 等. 三唑类杀菌剂的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(27): 11842-11844.
- [13] 李金堂, 默书霞. 玉米灰斑病药剂防治持效期研究[J]. 中国植保导刊, 2013, 33(5): 55-60.
- [14] 李红霞, 马志强. 几种杀菌剂对草莓白粉病的防效研究[J]. 农药学报, 2003, 5(3): 50-54.
- [15] 郭云燕, 陈茂功, 孙素丽, 等. 中国玉米南方锈病病原菌遗传多样性[J]. 中国农业科学, 2013, 46(21): 4523-4533.
- [16] 杜宜新, 朱春雨, 阮宏椿, 等. 七种杀菌剂对蘑菇褐腐病菌的药效及对双孢蘑菇的安全性评价[J]. 农药学报, 2013, 15(6): 635-642.
- [17] 邢会琴, 马建仓, 毛涛, 等. 防治玉米苗枯病室内药剂筛选[J]. 中国农学通报, 2010, 26(9): 319-322.

(责任编辑: 杨明丽)