3 种新型杀虫剂对苹果黄蚜的毒力效果评价

封云涛， 郭晓君， 李 娅， 庾 琴， 张润祥*

（山西农业大学植物保护学院（植物保护研究所），农业有害生物综合治理山西省重点实验室，太原 030031）

摘要 采用浸叶法在室内测定了 3 种药剂对苹果黄蚜的毒力，并在田间进行了防治试验。室内毒力测定结果表明：供试 3 种新型药剂中，双丙环虫酯和氟吡呋喃酮对苹果黄蚜的毒力较高，LC_{50} 分别为 3.16 mg/L 和 23.58 mg/L，三氟苯嘧啶毒力较低，LC_{50} 为 329.92 mg/L。田间试验结果表明：3 种药剂对苹果黄蚜均有较好的速效性和持效性。17%氟吡呋喃酮可溶液剂和 10%三氟苯嘧啶悬浮剂各处理 3～7 d 防效为 82.19%～93.45%，药后 30 d 防效达到 78.91%～87.92%；50 g/L 双丙环虫酯可分散液剂 2.5 mg/kg 和 4.2 mg/kg 处理药后 3～7 d 防效为 94.64%～97.04%，药后 21 d 防效仍可达 88%以上。因此，3 种新型药剂均可以用于防治苹果黄蚜，田间使用时推荐有效成分用量为双丙环虫酯 2.5～4.2 mg/kg，氟吡呋喃酮 113～170 mg/kg，三氟苯嘧啶 28～80 mg/kg。

关键词 苹果黄蚜； 氟吡呋喃酮； 三氟苯嘧啶； 双丙环虫酯； 毒力； 田间防效

中图分类号： S436.611.23 **文献标识码**： B **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2020576

Toxicity evaluation of three insecticides against *Aphis citricola*

FENG Yuntao， GUO Xiaojun， LI Ya， YU Qin， ZHANG Runxiang*

（*College of Plant Protection*, *Shanxi Agricultural University* (*Institute of Plant Protection*), *Shanxi Key Laboratory for Integrated Management of Agricultural Pests*, *Taiyuan* 030031, *China*）

Abstract In order to evaluate the toxicity and control efficacy of three new insecticides to *Aphis citricola* van der Goot (Linnaeus), leaf dipping bioassays and field trials were carried out. The results showed that the toxicity of afidopyropen and flupyradifurone to *A. citricola* was higher, with the LC_{50} values of 3.16 mg/L and 23.58 mg/L, respectively, while the toxicity of triflumezopyrim was lower, with a LC_{50} value of 329.92 mg/L. The results of field trials showed that the three insecticides had an excellent quick effect and persistency to *A. citricola*. The control efficacies of 17% flupyradifurone SL (soluble concentrate) and 10% triflumezopyrim SC (aqueous suspension concentrate) were 82.19%－93.45% 3－7 days post treatment, and 78.91%－87.92% 30 days after treatment, respectively. The control efficacies of 50 g/L afidopyropen DC (dispersible concentrate) at 2.5 and 4.2 mg/kg were 94.64%－97.04% 3－7 days post treatment, respectively, and remained above 88% 21 days after treatment. These results indicate that the three new insecticides can be used to control *A. citricola*. The recommended application rate should be 2.5－4.2 mg/kg for afidopyropen, 113－170 mg/kg for flupyradifurone, and 28－80 mg/kg for triflumezopyrim.

Key words *Aphis citricola*; flupyradifurone; triflumezopyrim; afidopyropen; toxicity; control efficacy

苹果黄蚜 *Aphis citricola* van der Goot 又名绣线菊蚜，是我国北方果园的重要害虫之一，其寄主主要为苹果、梨、山楂、李、杏、海棠等蔷薇科果树。苹果黄蚜以成虫及若虫群集在果树嫩叶背面和新梢嫩芽上刺吸汁液，影响光合作用，严重时导致早期落叶、树势衰弱[1-2]，为害幼果时分泌的蜜露，容易诱发霉污病，污染果品表面[3]。苹果黄蚜在我国落叶果树上常年普遍发生，目前生产上以化学防治为主，但已有报道其对菊酯类、有机磷类、新烟碱类产生不同程度抗药性[4-6]，急需筛选新型有效的防治药剂。

氟吡呋喃酮（flupyradifurone）是拜耳作物科学公司开发的一种新型新烟碱类杀虫剂，为昆虫烟碱乙酰胆碱受体（nAChR）激动剂，由于其含有丁烯酸内酯基团，因此具有良好的内吸性和传导性[7]，对棉

收稿日期： 2020－10－30 **修订日期**： 2020－11－30

基金项目： 山西省农业科学院科技创新研究课题（YCX2018D2YS18）；国家重点研发计划（2016YFD0200505）；山西省现代农业（水果）产业技术体系建设项目（2020-07）

* 通信作者 E-mail：973588211@qq.com

蚜 *Aphis gossypii* Glover[8]、烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius)[9] 和柑橘木虱 *Diaphorina citri* Kuwayama[10] 等刺吸为害的害虫活性较高。三氟苯嘧啶(triflumezopyrim)是美国杜邦公司研发的一种新型介离子类杀虫剂，同样作用于 nAChRs，但它是通过竞争性结合 nAChR 上的正构位结合位点而抑制受体，从而减少昆虫的神经冲动或阻断神经传递而导致害虫死亡，具有良好的内吸和传导活性，目前报道三氟苯嘧啶对稻飞虱有较好的防效[11-13]。双丙环虫酯(afidopyropen)是由德国巴斯夫公司与日本明治公司合作开发的生物源农药，其化学结构独特，通过干扰靶标昆虫香草酸瞬时受体通道复合物的调控，导致昆虫对重力、平衡、声音、位置和运动等失去感应，进而不能取食，失水，最终导致昆虫饥饿而亡[14]，为全新的防治刺吸式口器害虫的杀虫剂。目前，已有 5% 双丙环虫酯可分散液剂有效防治蚜虫[15-16] 和茶小绿叶蝉 *Empoasca pirisuga* Matumura[17] 的报道。

以上 3 种新型杀虫剂均未见对果树苹果黄蚜毒力及防治方面的研究报道，为了高效、安全地防治苹果黄蚜，本研究以生产上常用的苹果黄蚜防治药剂吡虫啉作为对照药剂，评价了氟吡呋喃酮、三氟苯嘧啶和双丙环虫酯对苹果黄蚜的毒力及田间防治效果，以期为苹果黄蚜的高效防治药剂选择提供依据。

1　材料与方法

1.1　供试种群

供试苹果黄蚜于 2020 年 6 月－8 月采集于山西省太原市榆次区东阳镇山西省农业科学院东阳试验示范基地温室大棚内苹果树上，苹果树种植于 2014 年，种植期间未曾施药。选取个体大小一致、健康的无翅成蚜供试，现采现用。

1.2　供试药剂

17% 氟吡呋喃酮可溶液剂(SL)，拜耳股份公司；10% 三氟苯嘧啶悬浮剂(SC)，美国杜邦公司；92.5% 双丙环虫酯原药、50 g/L 双丙环虫酯可分散液剂(DC)，巴斯夫欧洲公司；97.3% 吡虫啉原药，江苏农博生物科技有限公司；70% 吡虫啉水分散粒剂(WG)、70% 吡虫啉可溶粒剂(SG)，济南绿霸农药有限公司。

1.3　供试仪器设备

RXZ-380C 型智能人工气候箱(宁波东南仪器有限公司)，新加坡利农公司生产的 HD-400 利农 16 L 背负式喷雾器(采用圆锥形喷头)。

1.4　室内毒力测定

采用浸叶法[18]，在预备试验的基础上，原药用丙酮溶解并配制成母液，之后用蒸馏水将药剂依次配成 5～7 个浓度梯度，制剂直接用蒸馏水稀释配制。将苹果幼嫩叶片于药液中浸泡 5 s，用吸水纸吸取多余药液后，挑选大小一致健康无翅成蚜放入培养皿中进行饲养，24 h 后检查死虫数，用毛笔轻触虫体，不能正常爬行者视为死亡，每处理重复 4 次，每重复 25 头试虫。试验数据根据 Probit 几率值分析法计算毒力回归方程、LC_{50} 及 95% 置信限等。

1.5　田间试验

参照《农药—田间药效试验准则(一)》(GB 17980.9—2000-T)中杀虫剂防治果树蚜虫进行试验设置。试验地设在山西省祁县峪口乡段家窑村，苹果树品种为‘丹霞’，树龄 13 年，果园肥水等管理条件均匀一致，田间管理按常规进行，各小区栽培管理条件一致，苹果树长势基本一致，试验前和试验期间未曾施用其他药剂。

试验于 2019 年、2020 年分 2 次进行。2019 年试验共设 8 个处理：17% 氟吡呋喃酮 SL 85、113、170 mg/kg；10% 三氟苯嘧啶 SC 28、40、80 mg/kg，对照药剂 70% 吡虫啉 SG 70 mg/kg，清水对照。2020 年试验共设置 4 个处理：50 g/L 双丙环虫酯 DC 2.5、4.2 mg/kg，对照药剂 70% 吡虫啉 WG 58 mg/kg，清水对照。

使用背负式手动喷雾器对苹果树全株进行均匀喷雾，药液用量 1 500 L/hm^2。处理小区采用随机区组排列，每小区 2 株树，重复 4 次。于 2019 年 6 月 29 日和 2020 年 6 月 12 日分别调查虫口基数后各施药 1 次，分别于药后 3、7、15、21、30 d 调查虫口数。调查方法为：每小区中每株树按照东、西、南、北 4 个方向各标记 2 个枝条，每个枝条上调查 5 片叶的活蚜虫数。计算各处理区和对照区的虫口减退率和防效。

虫口减退率＝(药前虫口基数－药后存活虫口数)/药前虫口基数×100%；

防效＝(处理区虫口减退率－空白对照区虫口减退率)/(1－空白对照区虫口减退率)×100%。

1.6　数据分析

采用 DPS 9.50 软件进行数据统计分析，应用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定结果

室内毒力测定结果表明(表 1),双丙环虫酯对苹果黄蚜毒力最高,LC_{50} 为 3.16 mg/L,分别是吡虫啉、氟吡呋喃酮和三氟苯嘧啶毒力的 5.5、7.5 倍和 104 倍;双丙环虫酯与吡虫啉 LC_{50} 95%置信区间不重叠,表明二者对苹果黄蚜毒力差异显著,氟吡呋喃酮与吡虫啉 LC_{50} 95%置信区间重叠,二者对苹果黄蚜毒力相当,差异不显著;三氟苯嘧啶对苹果黄蚜的毒力最低,显著低于吡虫啉的毒力。

表 1 4 种杀虫剂对苹果黄蚜的室内毒力

Table 1 Toxicity of four insecticides to *Aphis citricola*

杀虫剂 Insecticide	斜率±标准误 Slope±SE	致死中浓度(95%置信限)/mg·L^{-1} LC_{50}(95%CL)	χ^2	df
10%三氟苯嘧啶 SC triflumezopyrim 10% SC	0.89±0.137	329.92(204.98～530.99)	1.14	3
17%氟吡呋喃酮 SL flupyradifurone 17% SL	1.68±0.153	23.58(17.94～30.99)	1.08	3
92.5%双丙环虫酯 TC afidopyropen 92.5% TC	2.15±0.150	3.16(2.61～3.81)	6.97	4
97.3%吡虫啉 TC imidacloprid 97.3% TC	2.47±0.203	17.53(14.04～21.88)	2.88	4

2.2 田间防治效果

田间试验表明:17%氟吡呋喃酮可溶液剂和 10%三氟苯嘧啶悬浮剂各浓度处理对苹果黄蚜均有较好的速效性和持效性。药后 3、7、15 d 和 30 d 各处理防效分别达 82.19%～88.46%、87.16%～93.45%、82.80%～90.42%和 78.91%～87.92%;药后 7 d 时,各处理防效均达到最高值;各处理中除 17%氟吡呋喃酮可溶液剂 85 mg/kg 处理与对照药剂 70%吡虫啉可溶粒剂防效差异不显著外,其余处理防效均显著高于对照药剂;两药剂处理防效均随浓度升高而升高,其中 17%氟吡呋喃酮可溶液剂 170 mg/kg 处理和 10%三氟苯嘧啶悬浮剂 80 mg/kg 处理防效均显著高于其他各处理,但两者之间差异不显著(表 2)。

50 g/L 双丙环虫酯可分散液剂对苹果黄蚜亦表现出优异的速效性和持效性。药后 3～21 d,其不同处理防效分别可达到 88.68%～95.88%和 89.95%～97.68%,均显著高于对照药剂;其中 3 d 防效分别可达到 94.64%和 96.00%,显示出优异的速效性;最高防效出现在药后 14 d,分别为 95.88%和 97.68%;两处理中,4.2 mg/kg 处理的防效显著高于 2.5 mg/kg 处理防效。

表 2 氟吡呋喃酮、三氟苯嘧啶对苹果黄蚜的田间防治效果[1)]

Table 2 Control efficacies of flupyradifurone and triflumezopyrim against *Aphis citricola* in the field

药剂 Insecticide	有效成分用量/mg·kg^{-1} Dose of active ingredient	虫口基数/头·株$^{-1}$ Initial population size	药后 3 d 3 d after application		药后 7 d 7 d after application		药后 15 d 15 d after application		药后 30 d 30 d after application	
			虫口数/头·株$^{-1}$ Number of insects	防治效果/% Control efficacy	虫口数/头·株$^{-1}$ Number of insects	防治效果/% Control efficacy	虫口数/头·株$^{-1}$ Number of insects	防治效果/% Control efficacy	虫口数/头·株$^{-1}$ Number of insects	防治效果/% Control efficacy
17%氟吡呋喃酮 SL flupyradifurone 17% SL	85	5 808	1 043	(82.19±0.52)cd	784	(87.16±0.34)cd	1 095	(82.80±0.73)e	1 379	(79.17±1.25)d
	113	5 659	843	(85.35±0.58)b	653	(88.91±0.57)b	769	(87.46±0.96)c	1 049	(83.85±0.66)c
	170	6 406	831	(87.20±0.46)ab	491	(92.76±0.27)a	722	(89.76±0.46)ab	969	(86.83±0.37)ab
10%三氟苯嘧啶 SC triflumezopyrim 10% SC	28	6 289	1 071	(83.19±0.37)c	807	(87.81±0.34)bc	1 020	(85.25±0.94)d	1 512	(78.91±1.16)d
	40	5 774	828	(85.62±0.96)b	653	(89.15±0.71)b	758	(87.96±0.54)bc	971	(85.28±0.56)bc
	80	6 387	743	(88.46±0.59)a	440	(93.45±0.34)a	669	(90.42±0.57)a	877	(87.92±1.06)a
70%吡虫啉 SG imidacloprid 70% SG	70	6 698.8	1 296	(80.93±1.19)d	1 002	(85.83±0.68)d	1 411	(80.90±0.43)e	1 759	(77.16±0.65)d
清水对照 Water control	—	6 388	6 451	—	6 720	—	7 029	—	7 325	—

1) 表中数值为 4 次重复的平均值,同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。

Data in table are means of four replications. Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

表 3　双丙环虫酯对苹果黄蚜的田间防治效果

Table 3　Control efficacies of afidopyropen against *Aphis citricola* in the field

药剂 Insecticide	有效成分用量/mg·kg^{-1} Dose of active ingredient	虫口基数/头·株$^{-1}$ Initial population size	药后 3 d 3 d after application		药后 7 d 7 d after application		药后 14 d 14 d after application		药后 21 d 21 d after application	
			虫口数/头·株$^{-1}$ Number of insects	防治效果/% Control efficacy	虫口数/头·株$^{-1}$ Number of insects	防治效果/% Control efficacy	虫口数/头·株$^{-1}$ Number of insects	防治效果/% Control efficacy	虫口数/头·株$^{-1}$ Number of insects	防治效果/% Control efficacy
50 g/L 双丙环虫酯 DC afidopyropen 50 g/L DC	2.5	7 009	378	(94.64±0.28)b	309	(95.73±0.26)b	31	(95.88±0.17)b	110	(88.68±0.33)a
	4.2	7 321	296	(96.00±0.29)a	225	(97.04±0.28)a	18	(97.68±0.28)a	102	(89.95±0.39)a
70%吡虫啉 WG imidacloprid 70% WG	58	6 904	862	(87.63±0.32)c	837	(88.30±0.29)c	97	(86.97±0.65)c	205	(78.67±0.61)b
清水对照 Water control	—	6 709	6 786	—	6 964	—	718	—	934	—

3　讨论

本研究结果表明，氟吡呋喃酮和双丙环虫酯对苹果黄蚜毒力较高，三氟苯嘧啶对苹果黄蚜毒力较低，但 3 种药剂在田间均对苹果黄蚜有较好的防治效果。

新烟碱类杀虫剂是目前防治烟粉虱、飞虱、蚜虫等刺吸式口器害虫最有效的一类药剂，但是由于对蜜蜂的毒性作用，多个国家对这类药剂相继采取了禁限用措施[19]。氟吡呋喃酮为全新的丁烯酸内酯类化合物，它不仅对蜜蜂低毒[20]，还对北方落叶果树的一种优良授粉昆虫凹唇壁蜂 *Osmia excavata* Alfken 低毒[21]。虽然其作用靶标仍为乙酰胆碱受体，但由于含有独特的药效基团，因此与新烟碱类杀虫剂没有交互抗性，适用于害虫抗性治理。如：17%氟吡呋喃酮可溶性液剂对番茄烟粉虱 *Bemisia tabaci*（Gennadius）成虫和若虫药效迅速，持效期可达 14 d[9]，对柑橘木虱 *Diaphorina citri* Kuwayama 3～14 d防效为 88.5%～100%，与对照药剂 21%噻虫嗪悬浮剂防治效果相当，表现出良好的速效性和持效性[10]。本研究中，17%氟吡呋喃酮可溶液剂 170 mg/kg 和 113 mg/kg 处理对苹果黄蚜防效优异，3～7 d 防效均达 85%以上，持效期长达 30 d。此外，有报道表明经氟吡呋喃酮处理过的番茄苗对 Q 型烟粉虱具有显著的驱避效果[22]，也表明了氟吡呋喃酮仍有开发其他使用方式的潜力。

三氟苯嘧啶为乙酰胆碱受体的抑制剂，目前国内登记防治稻飞虱。10%三氟苯嘧啶悬浮剂对稻飞虱具有较好的速效性，药后 3 d 防效达 95%以上，持效期长，在稻飞虱偏轻至中等发生年份，药后 42 d 防效仍在 90%以上[23]，且对水稻及稻飞虱天敌蜘蛛安全性高于吡蚜酮和噻虫嗪[24]。本研究中虽然三氟苯嘧啶在室内毒力测定中对苹果黄蚜毒力较其他药剂低，但在田间仍然表现优异，28～80 mg/kg 处理药后 3～15 d 对苹果黄蚜防效可达 83.19%～93.45%，显著优于对照药剂吡虫啉，30 d 时防效仍能达到 78.91%～87.92%。但由于其对蜜蜂高毒[20]，因此田间施用时应注意采取相应措施，降低其对蜜蜂的毒性风险。

双丙环虫酯登记防治蔬菜、果树和小麦上蚜虫等刺吸式害虫。5%双丙环虫酯可分散液剂对黄瓜蚜虫有较好的防治效果，速效性和持效期均优于对照药剂，对黄瓜安全、无药害[15]；5%双丙环虫酯可分散液剂对茶小绿叶蝉药后 3 d 防效在 89.08%以上，药后 14 d 防效在 82.58%以上[17]。本研究中，50 g/L双丙环虫酯可分散液剂 2.5、4.2 mg/kg 处理药后 14 d 防效仍达 95%以上，药后 21 d 防效仍在 88%以上，显著高于对照药剂，由于其为生物源农药，对环境友好，对蜜蜂低毒，对非靶标节肢动物安全，今后有望成为新的抗性治理的轮换药剂。本研究中并未同时开展 3 种药剂防治效果的比较，但对照药剂均为苹果黄蚜目前防治主打药剂吡虫啉，各药剂最低剂量处理防效均优于或与吡虫啉防效相当，因此，3 种药剂均可以成为苹果黄蚜高效防治备选药剂。

参考文献

[1] 刘慧平. 山楂叶螨和苹果黄蚜抗药性动态及抗性机理研究[D]. 太谷：山西农业大学，2005.

[2] 庾琴，王振，封云涛，等. 不同杀虫剂对苹果黄蚜的毒力及复配研究[J]. 植物保护，2013，39(3)：178－181.

[3] 王佳武，杨富强，冯现格，等. 苹果病虫害发生规律及综合防治[J]. 新疆农业科技，2008(3)：58－59.

[4] 彭波，司树鼎，栾炳辉，等. 山东省主要苹果产区苹果黄蚜抗药性水平监测[J]. 中国果树，2010(5)：48－51.

[5] 封云涛，庾琴，王振，等. 山西运城地区苹果黄蚜对 7 种杀虫剂的敏感性[J]. 山西农业科学，2012，40(11)：1214－1216.

[6] 武荣祥. 陕西省苹果黄蚜的抗药性监测及种群动态研究[D]. 杨凌：西北农林科技大学，2016.

（下转 346 页）

标简化[J]. 中国卫生检验杂志，2020，30(19)：2308－2311.
[2] 柯义强，郭鹏辉，马洪鑫，等. 兰州百合组培快繁体系的构建[J]. 浙江农业学报，2020，32(6)：1000－1008.
[3] 李玉萍，龚妍春，吴光杰，等. 百合属植物资源的分布·利用价值及其开发前景展望[J]. 安徽农业科学，2010，38(7)：3395－3396.
[4] 梁巧兰，魏列新，徐秉良，等. 深绿木霉 T2 蛋白质 TraT2A 诱导处理对接种灰霉菌百合光响应和荧光特性的影响[J]. 园艺学报，2020，47(4)：769－778.
[5] 赵银彦，谢忠奎，胡秉安，等. 兰州百合生产现状与效益分析[J]. 中国蔬菜，2018，38(2)：71－75.
[6] LI Wenmei，WANG Yajun，ZHANG Yubao，et al. Impacts of drought stress on the morphology，physiology，and sugar content of Lanzhou lily(*Lilium davidii* var. *unicolor*)[J/OL]. Acta Physiologiae Plantarum，2020，42(8)：127. Doi：10.1007/s11738-020-03115-y.
[7] 黄钰芳，张恩和，张新慧，等. 不同连作年限兰州百合光合特性日变化与生理生态因子的关系[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)，2020，48(8)：137－145.
[8] 黄钰芳，张恩和，张新慧，等. 兰州百合连作障碍效应及机制研究[J]. 草业学报，2018，27(2)：146－155.
[9] 周瑞岭，杨国兆. 探析水稻病虫害的防治与生物农药的应用[J]. 中国农业文摘-农业工程，2020，32(1)：67－68.
[10] 王以燕，袁善奎，吴厚斌，等. 我国生物源及矿物源农药应用发展现状[J]. 农药，2012，51(5)：313－316.
[11] 邓蕾，潘慧，张莹华，等. 猕猴桃果实腐烂病高效防治药剂的田间验证[J]. 中国南方果树，2020，49(4)：127－129.
[12] 马丽，王喜枝，王素平，等. 石硫合剂防治小麦红蜘蛛和小麦主要病害效果评价[J]. 农药，2016，55(6)：450－453.
[13] 何红卫. 矿物源农药绿颖防治草莓白粉病[J]. 浙江农业科学，2008，1(1)：88－89.
[14] 韩盛，杨渡，徐万里，等. 8 种生物源和矿物源农药防治加工番茄细菌性斑点病试验[J]. 新疆农业科学，2010，47(11)：2258－2261.
[15] 沈晋良. 农药生物测定[M]. 3 版. 北京：中国农业出版社，2013.
[16] BIRCHMORE R J，FORSTER B. FRAC methods for monitoring the sensitivity of *Botrytis cinerea* to anilino pyrimidine fungicides [J]. EPPO Bulletin，1996，26(1)：181-197.
[17] 李树正，张素华. 杀菌剂筛选方法的研究[J]. 农药，1997，36(9)：17－19.
[18] 李树正，张素华，刘淑芬，等. 黄瓜子叶法筛选蔬菜灰霉病杀菌剂的研究[J]. 华北农学报，1991，6(3)：94－99.
[19] 陈定花，朱卫刚，吴永刚. 黄瓜灰霉病子叶筛选法初探研究[J]. 浙江化工，2000，31(S1)：38－39.
[20] 韩亮，梁巧兰，周其宇. 深绿木霉 T2 发酵液蛋白提取物 TraT2A 诱导兰州百合抗灰霉病研究[J]. 中国农学通报，2016，32(20)：44－50.
[21] 张娜，梁巧兰，李嘉明，等. 20% TraT2A 诱抗剂水剂制备及效果评价[J]. 农药，2019，58(1)：26－29.
[22] 宋晓兵，彭埃天，崔一平，等. 6 种杀菌剂对柑橘溃疡病的室内毒力测定及田间防治效果评价[J]. 中国热带农业，2020(2)：26－30.
[23] 郭永斌，田苗，王亚南，等. 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[J]. 北方园艺，2017(16)：61－67.
[24] 彭建波，李泽森，钟艳红. 不同化学药剂对百合疫病、灰霉病防效研究[J]. 现代园艺，2015，7(10)：12－14.
[25] 朱丽梅，张长青，陈浩，等. 百合灰霉病高效杀菌剂的筛选和联合作用研究[J]. 金陵科技学院学报，2011，27(1)：51－54.
[26] 王志霞. 新疆红枣叶斑病病原鉴定及其防治药剂筛选[D]. 石河子：石河子大学，2013.
[27] 魏晓兵，付俊范，李自博，等. 不同生物杀菌剂对人参灰霉病的室内毒力及田间防效[J]. 植物保护，2015，41(5)：217－220.

(责任编辑：田 喆)

(上接 337 页)

[7] 李晨雨，臧传江，朱少杰，等. 新烟碱类杀虫剂氟吡呋喃酮的研究开发现状与展望[J]. 农药，2018，57(11)：785－788.
[8] 王欢欢，张春姣，刘梦铭，等. 氟啶虫胺腈等 11 种杀虫剂对瓜蚜的毒力及协同增效作用[J]. 农药学学报，2019，21(2)：181－186.
[9] 陈敏，栾炳辉，衣先家，等. 新型杀虫剂氟吡呋喃酮对番茄烟粉虱田间药效评价[J]. 农药，2017，56(5)：380－383.
[10] 胡菡青，王贤达，林雄杰，等. 新型杀虫剂氟吡呋喃酮对柑橘木虱的田间防效[J]. 农药，2017，56(4)：297－299.
[11] 薛金龙，张顾旭，陈时健. 10% 三氟苯嘧啶 SC 防治水稻稻飞虱药效试验简报[J]. 上海农业科技，2020(2)：118.
[12] 刘翔，张欣，曾俊，等. 10%三氟苯嘧啶悬浮剂防治稻飞虱田间试验[J]. 湖北植保，2020(1)：26－27.
[13] 韦世训，周荣金，王信霞. 10%三氟苯嘧啶悬浮剂防治水稻稻飞虱大田药效试验[J]. 生物灾害科学，2018，41(2)：97－100.
[14] 谭海军. 新型生物源杀虫剂双丙环虫酯[J]. 世界农药，2019，41(2)：61－64.
[15] 陈敏，栾炳辉，姜法祥，等. 新型杀虫剂双丙环虫酯对黄瓜蚜虫的田间防效[J]. 农药，2018，57(3)：215－216.
[16] 张海波，于淦军，陈永明，等. 新型药剂对设施茄子蚜虫的防效研究[J]. 中国植保导刊，2019，39(11)：73－74.
[17] 陈敏，王丽丽，王洪涛，等. 3 种新型杀虫剂对茶小绿叶蝉的防效[J]. 农药，2019，58(12)：922－923.
[18] 郭一妹，李镇宇，雷新宁. 四种杀虫剂对绣线菊蚜的毒力测定[J]. 中国森林病虫，2004，23(1)：12－13.
[19] 严明，柏亚罗. 双酰胺类等五大类热点农药的市场概况及产品研发[J]. 现代农药，2019，18(1)：7－15.
[20] 朱亚娟，顾林玲. 作用于烟碱乙酰胆碱受体的杀虫剂新品种的应用开发进展[J]. 现代农药，2018，17(4)：1－5.
[21] 王瑜，陈浩，林清彩，等. 果园六种常用杀虫剂对凹唇壁蜂的毒性及生态风险评估[J]. 山东农业科学，2020，52(1)：115－119.
[22] 刘茹，张邓壮，刘佰明，等. 三种杀虫剂对携带 TYLCV 烟粉虱的驱避效应[J]. 山东农业科学，2019，51(1)：119－123.
[23] 朱友理，何东兵，曹书培，等. 三氟苯嘧啶对稻飞虱的防效及对天敌的安全性[J]. 中国植保导刊，2018，38(8)：71－74.
[24] 张国，于居龙，庄义庆，等. 三氟苯嘧啶对稻飞虱的控制效果与应用技术研究[J]. 农学学报，2019，9(4)：32－38.

(责任编辑：田 喆)