8 种不同类型杀虫剂对 MED 烟粉虱隐种的防治效果及其残留检测

靳改龙[1]， 周成松[1]， 张以和[2]， 陈爱松[1]， 张 鑫[1]，
吉艳玲[2]， 潘卫萍[2]， 马德英[1*]

（1. 新疆农业大学农学院，农林有害生物监测与安全防控重点实验室，乌鲁木齐 830052；
2. 新疆吐鲁番市农业技术推广中心，吐鲁番 838000）

摘要 为筛选对设施蔬菜烟粉虱具有高效、低毒、低残留的化学农药，选用 8 种分属于不同类型的杀虫剂对设施黄瓜和茄子上的 MED 烟粉虱隐种进行了药效试验和农药残留检测。结果表明，药后 10 d，8 种杀虫剂对黄瓜田 MED 烟粉虱的防效为 78.98%～96.66%，而对茄子田 MED 烟粉虱仅为 39.59%～81.11%。新型杀虫剂 10%溴氰虫酰胺 OD 和 50%氟啶虫胺腈 WG 对 MED 烟粉虱防效高，药后 10 d 对黄瓜田 MED 烟粉虱的防效分别达 94.90%和 94.18%，对茄子田 MED 烟粉虱的防效分别达 75.24%和 81.11%；3 种新烟碱类杀虫剂药后 10 d 对黄瓜田 MED 烟粉虱防效为 78.98%～89.22%，对茄子田 MED 烟粉虱的防效 60.58%～79.09%。酰肼类拟脱皮激素类 240 g/L 甲氧虫酰肼 SC 药后 10 d 对黄瓜田和茄子田 MED 烟粉虱的防效分别为 80.79%和 80.41%。10%溴氰虫酰胺 OD 中添加增效剂乙氧基改性聚三硅氧烷可使药后 3～14 d 防治效果显著提高 1.86%～67.40%。残留检测结果表明，在推荐使用剂量下，药后 15 d 黄瓜茎叶中噻虫嗪和啶虫脒的平均残留量分别为 0.52 mg/kg 和 2.06 mg/kg，茄子茎叶中阿维菌素、吡蚜酮、甲氧虫酰肼的平均残留量为 0.031 mg/kg、2.36 mg/kg 和 4.75 mg/kg，均高于我国对果实的最大残留限量标准，而黄瓜果实样品中 7 种杀虫剂均未检出（<0.01 mg/kg）。研究表明，10%溴氰虫酰胺 OD 和 50%氟啶虫胺腈 WG 是防治设施蔬菜 MED 烟粉虱较为理想的新型杀虫剂。

关键词 杀虫剂； 烟粉虱； 防效； 残留

中图分类号： S 433.3 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2017364

Control effects and residues of eight insecticides with different mode of action against *Bemisia tabaci* MED cryptic species in greenhouse

JIN Gailong[1]， ZHOU Chengsong[1]， ZHANG Yihe[2]， CHEN Aisong[1]，
ZHANG Xin[1]， JI Yanling[2]， PAN Weiping[2]， MA Deying[1]

（1. *College of Agronomy*，*Xinjiang Agricultural University*，*Key Laboratory of the Pest Monitoring and Safety Control of Crops and Forests*，*Urumqi* 830052，*China*；2. *Turpan Agricultural Technology Extension Center*，*Xinjiang* 838000，*China*）

Abstract Control effects of eight different insecticides against *Bemisia tabaci* MED cryptic species were investigated by spraying insecticides on cucumber and eggplant in greenhouse，and the pesticide residues were detected by UPLC-MS to screen chemical insecticides with high efficacy，low toxicity and residue against *B. tabaci* MED cryptic species in greenhouse. The results showed that the control efficacies of eight insecticides were in the range of 78.98% to 96.66% on cucumber after application for 10 d，while 39.59% to 81.11% on eggplant. cyantraniliprole 10% OD and sulfoxaflor 50% WG had the highest effects on cucumber and eggplant in greenhouse 10 d after the application，with the efficacies of 94.90% and 94.18% on cucumber，but 75.24% and 81.11% on eggplant，respectively. Efficacies of three neonicotinoid insecticides against *B. tabaci* MED cryptic species were 78.98% to 89.22% and 60.58% to 79.09% on cucumber and eggplant，respectively. Methoxyfenozide 240 g/L SC showed efficacy of 80.79% (cucumber) and 80.41% (eggplant) to *B. tabaci* MED cryptic species. The treatment of cyan-

收稿日期： 2017－09－18 **修订日期：** 2017－11－11
基金项目： 国家公益性行业（农业）科研专项（201503107-11）
* 通信作者 E-mail：mdyxnd@163.com

traniliprole 10% OD combined with ethoxy modified trisiloxane increased the efficacy by 1.86% to 67.40% compared with the single treatment. At the recommended dosage, 0.52 mg/kg and 2.06 mg/kg of residues were detected in cucumber stem and leaf from treatments of thiamethoxam and acetamiprid, and 0.031 mg/kg, 2.36 mg/kg and 4.75 mg/kg were detected in eggplant stem and leaf from treatments of abamectin, pymetrozine and methoxyfenozide after the application for 15 d, which are all over the national standard of fruit MRLs. However none of residue was detected in cucumber fruit for all the tested insecticides treatment 15 d after the application (<0.01 mg/kg). Thereby cyantraniliprole 10% OD and sulfoxaflor 50% WG are the ideal new insecticides for the control of *B. tabaci* MED cryptic species in greenhouses.

Key words insecticide; *Bemisia tabaci* MED cryptic species; control effect; residue

烟粉虱 *Bemisia tabaci*(Gennadius)是一种世界性害虫,属半翅目 Hemiptera,粉虱科 Aleyrodidae,小粉虱属 *Bemisia*。1998 年,烟粉虱在新疆乌鲁木齐市的一品红花卉上被首次发现,揭示烟粉虱是随该种植物传入[1]。随后烟粉虱在吐鲁番地区的棉花、蔬菜等多种作物上为害,发生面积逐年扩大[2]。烟粉虱是一个由多种隐种组成的复合种群[3],其中 MEAM1 隐种和 MED 隐种分布范围最广,对农业生产的危害最大。新疆 2010 年前仅有 MEAM1 隐种,2010 年后 MED 烟粉虱隐种传入新疆,该隐种较 MEAM1 隐种抗药性更强,传统杀虫剂失去控制效果[4]。由于烟粉虱具有寄主广泛、体被蜡质、世代重叠、繁殖速度快、传播途径多和对化学农药极易产生抗性等特性,使其防治有很大困难,同时农药残留引发的食品安全问题也越来越引起人们的关注[5]。

新烟碱类杀虫剂是目前控制烟粉虱危害最主要的杀虫剂类型,但近年来对 MED 烟粉虱的防效逐年下降。溴氰虫酰胺(cyantraniliprole)是杜邦公司开发的一种新型药剂,属于第二代鱼尼丁受体抑制剂,对刺吸式口器害虫有优异的防效,且内吸性较好[6-8]。氟啶虫胺腈(sulfoxaflor)是防治刺吸式害虫的新型砜亚胺类杀虫剂,对烟粉虱不仅速效性好,而且持效期较长[9-10]。

为了筛选对温室 MED 烟粉虱隐种高效、低毒、低残留的化学农药,本文在烟粉虱为害较重的温室黄瓜和茄子上,比较了分属于新烟碱类、吡啶类、邻氨基苯甲酰胺类、砜亚胺类等的 8 种杀虫剂代表品种的田间药效。同时,对使用不同杀虫剂后的茎叶和果实样品进行残留检测,评价不同杀虫剂对蔬菜质量安全的影响。阿维菌素虽未列入绿色食品生产推荐用药,但是种植户为了提高防效,田间使用较常见,本试验中用于药效对比和残留检测观察药剂。随着增效剂在农药使用中逐渐增多,本文选择乙氧基改性聚三硅氧烷(杰效利)添加到溴氰虫酰胺中,评价其增效作用。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验地概况

试验地选在吐鲁番市农业科技园区内的日光温室。该温室为周年生产温室,种植作物为黄瓜和茄子,常规管理,作物长势一致。试验地土壤类型为壤土,肥力中等,采用高垄栽培,地膜覆盖,膜下滴灌。试验期间黄瓜和茄子分别处于盛果期和苗期,试验前及试验期间未用过其他药剂防治其他有害生物。施药当日天气晴,温室内温度为 25～38℃。防治对象为烟粉虱。经基因序列鉴定和系统发育分析,为 MED 烟粉虱隐种(原 Q 型烟粉虱)。

1.1.2 供试药剂

试验共选用 8 种杀虫剂和 1 种增效剂,药剂名称及生产厂家见表 1。

1.2 方法

1.2.1 田间药效试验

供试药剂设 9 个处理,设置 1 个空白对照,共 10 个处理。每处理 1 个小区,共设置 3 个重复。小区长×宽为 8 m×1.5 m,小区面积为 12 m^2。根据厂家推荐剂量,喷施 56 L/667 m^2 水量。每小区分前、中、后 3 个点取样,每点调查 1 株,共调查 3 株,每株分上、中、下各标记 1 片叶。施药前调查烟粉虱成虫虫口基数,药后 3、7、10、14 d 分别调查各处理组烟粉虱成虫的存活量。

1.2.2 农药残留分析方法

在施药后 15 d 随机采集试验小区内的茎叶样品和果实样品,迅速冷冻,送谱尼测试集团股份有限公司进行农药残留检测。所用主要仪器为串联四级杆液质联用仪等。

表 1　试验所用药剂、生产厂家

Table 1　Pesticides and manufacturers used in the toxicity test

类型 Type	药剂 Pesticide	有效成分/ g·(667 m²)⁻¹ Active ingredient	厂家 Producer
新烟碱类	70%吡虫啉水分散粒剂 imidacloprid 70% WG	4	拜耳作物科学(中国)有限公司
	70%啶虫脒水分散粒剂 acetamiprid 70% WG	16	东莞市瑞德丰生物科技有限公司
	25%噻虫嗪水分散粒剂 thiamethoxam 25% WG	11	瑞士先正达作物保护有限公司
吡啶类	50%吡蚜酮水分散粒剂 pymetrozine 50% WG	20	瑞士先正达作物保护有限公司
邻氨基苯甲酰胺类	10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂 cyantraniliprole 10% OD	20	美国杜邦公司
砜亚胺类	50%氟啶虫胺腈水分散粒剂 sulfoxaflor 50% WG	12	美国陶氏益农
酰肼类拟脱皮激素类	240 g/L 甲氧虫酰肼悬浮剂 methoxyfenozide 240 g/L SC	20	美国陶氏益农
大环内酯类	3.2%阿维菌素乳油 abamectin 3.2% EC	0.336	东莞市瑞德丰生物科技有限公司
增效剂	乙氧基改性聚三硅氧烷 Ethoxy modified trisiloxane(杰效利,JXL)	14	迈图高新材料(南通)有限公司

1.3　数据处理

所有调查数据采用 SPSS 19.0 进行分析,方差分析采用 Duncan 新复极差法。

2　结果与分析

2.1　不同杀虫剂对黄瓜田 MED 烟粉虱的药效评价

田间调查表明,新型杀虫剂 10%溴氰虫酰胺 OD 和 50%氟啶虫胺腈 WG 对黄瓜田 MED 烟粉虱均表现出理想的控制效果,在药后 10 d 防效达到最高,分别为 94.90%和 94.18%(表 2),整个试验期间对烟粉虱的综合防效仅次于 3.2%阿维菌素 EC,其中 10%溴氰虫酰胺 OD 在整个试验期间内对烟粉虱的防效均可保持在 55%以上,其速效性和持效性均大于 50%氟啶虫胺腈 WG。方差分析表明,50%氟啶虫胺腈 WG 和 10%溴氰虫酰胺 OD 与对照药剂 3.2%阿维菌素 EC 处理间在药后 7～14 d 差异不显著。50%吡蚜酮 WG 对烟粉虱也有良好的防效,施药后防效随时间逐渐增强,药后 7 d 防效达到最高为 93.23%,持效性好,在药后 14 d 防效仍可达 88.42%。

表 2　不同杀虫剂防治黄瓜田 MED 烟粉虱的药效[1)]

Table 2　Control effect of different insecticides on *Bemisia tabaci* MED cryptic species on cucumber in greenhouse

序号 No.	药剂 Insecticides	药前虫口基数/头 Insects before pesticide application	药后 3 d 3rd day after treatment			药后 7 d 7th day after treatment		
			药后虫口数 Number of adult	减退率/% Mortality	防效/% Control efficacy	药后虫口数 Number of adult	减退率/% Mortality	防效/% Control efficacy
1	70%吡虫啉 WG imidacloprid 70% WG	67.33	138.33	−119.25	43.24 b	48.00	26.55	68.61 c
2	70%啶虫脒 WG acetamiprid 70% WG	106.67	312.67	−197.32	23.03 b	47.67	54.82	80.69 abc
3	25%噻虫嗪 WG thiamethoxam 25% WG	58.67	175.00	−202.94	21.57 b	32.33	43.37	75.80 bc
4	50%吡蚜酮 WG pymetrozine 50% WG	222.00	285.00	−61.00	58.32 ab	29.33	84.16	93.23 ab
5	10%溴氰虫酰胺 OD cyantraniliprole 10% OD	85.00	67.67	−71.04	55.72 ab	16.67	68.40	86.49 abc
6	10%溴氰虫酰胺 OD+杰效利 cyantraniliprole 10% OD+JXL	140.00	173.67	−19.74	69.00 ab	13.67	90.13	95.78 a
7	50%氟啶虫胺腈 WG sulfoxaflor 50% WG	79.67	131.33	−83.05	30.99 b	24.67	70.59	80.28 abc
8	3.2%阿维菌素 EC abamectin 3.2% EC	47.33	16.00	65.55	91.08 a	10.33	77.92	90.56 ab
9	240 g/L 甲氧虫酰肼 SC methoxyfenozide 240 g/L SC	189.00	160.00	−19.14	69.16 ab	65.67	38.50	73.72 bc
10	空白对照 CK	97.00	333.00	−286.26	—	216.00	−134.01	—

续表 2 Table 2(Continued)

序号 No.	药剂 Insecticides	药前虫口基数/头 Insects before pesticide application	药后 10 d 10th day after treatment			药后 14 d 14th day after treatment		
			药后虫口数 Number of adult	减退率/% Mortality	防效/% Control efficacy	药后虫口数 Number of adult	减退率/% Mortality	防效/% Control efficacy
1	70%吡虫啉 WG imidacloprid 70% WG	67.33	32.00	48.45	78.98 b	37.33	37.50	61.62 a
2	70%啶虫脒 WG acetamiprid 70% WG	106.67	28.67	73.57	89.22 ab	25.67	73.34	83.63 a
3	25%噻虫嗪 WG thiamethoxam 25% WG	58.67	22.33	63.00	84.91 ab	24.67	56.69	73.40 a
4	50%吡蚜酮 WG pymetrozine 50% WG	222.00	67.67	61.35	84.24 ab	34.67	81.14	88.42 a
5	10%溴氰虫酰胺 OD cyantraniliprole 10% OD	85.00	5.33	87.50	94.90 ab	13.00	81.30	88.52 a
6	10%溴氰虫酰胺 OD+杰效利 cyantraniliprole 10% OD+JXL	140.00	11.00	91.81	96.66 a	20.00	86.53	91.72 a
7	50%氟啶虫胺腈 WG sulfoxaflor 50% WG	79.67	7.33	91.34	94.18 ab	20.67	73.38	80.66 a
8	3.2%阿维菌素 EC abamectin 3.2% EC	47.33	6.33	85.93	94.26 ab	9.00	80.37	87.94 a
9	240 g/L 甲氧虫酰肼 SC methoxyfenozide 240 g/L SC	189.00	50.67	52.90	80.79 ab	175.00	−114.26	−31.58 b
10	空白对照 CK	97.00	214.67	−145.24	—	162.33	−62.83	—

1) 利用 SPSS 19.0 统计软件进行分析,同列标有相同字母表示无显著性差异(LSD,$P>0.05$)。下同。
Means were compared by ANOVA followed by the LSD test(SPSS 19.0 for Windows). The same letter in the same column indicated no significant difference ($P>0.05$). The same below.

新烟碱类杀虫剂 70%啶虫脒 WG 和 25%噻虫嗪 WG 对烟粉虱的防治效果在药后 7～14 d 分别可达 80.69%～89.22%和 73.40%～84.91%,且与对照药剂 3.2%阿维菌素 EC 无显著差异($P>0.05$)。70%吡虫啉 WG 在药后 7～10 d 防效达到 68.61%～79.98%,持效性较好,药后 14 d 防效仍可保持在 60%以上。240 g/L 甲氧虫酰肼 SC 在药后 3～10 d 对烟粉虱有良好的控制作用,防效达到 69.16%～80.79%,药后 7～14 d 防效低于 50%吡蚜酮 WG。

10%溴氰虫酰胺 OD+杰效利处理在整个试验期间对烟粉虱的防效均可保持在 69%以上,添加增效剂处理防效在速效性和持效性上明显优于未添加增效剂处理,但差异不显著($P>0.05$)。药后 10 d 防效最为理想,可达 96.66%。

农户常用的 3.2%阿维菌素 EC 在防治黄瓜田烟粉虱的试验中防效理想,在药后调查期间防效均在 87.94%以上。

2.2 不同杀虫剂对茄子田烟粉虱的药效评价

田间调查表明,新型杀虫剂 50%氟啶虫胺腈 WG 对茄子田烟粉虱表现出理想的控制作用(表 3)。药后 3 d,50%氟啶虫胺腈 WG 的防效最高,达到 80.80%,与 70%吡虫啉 WG、70%啶虫脒 WG、25%噻虫嗪 WG、10%溴氰虫酰胺 OD 及 3.2%阿维菌素 EC 差异显著($P<0.05$)。50%氟啶虫胺腈 WG 的持效性最好,药后 10 d 防效仍达到 81.11%,与3.2%阿维菌素 EC 差异显著($P<0.05$)。10%溴氰虫酰胺 OD 药后 10～14 d 防效在 50%以上。两种新型杀虫剂对烟粉虱防治的速效性和持效性表现为 50%氟啶虫胺腈 WG>10%溴氰虫酰胺 OD。

50%吡蚜酮 WG 和 240 g/L 甲氧虫酰肼 SC 对茄子田烟粉虱有良好的控制作用,防效稳定,药后 3～10 d防效均稳定在 60%～80%。对 MED 烟粉虱的防效表现为240 g/L甲氧虫酰肼 SC>50%吡蚜酮 WG。新烟碱类杀虫剂对茄子田 MED 烟粉虱的防效不明显,其中 70%吡虫啉 WG 和 25%噻虫嗪 WG 对烟粉虱的防效在药后 10 d 分别达到最高,为 70.07%和 73.89%,与对照药剂 3.2%阿维菌素 EC 差异显著($P<0.05$)。70%啶虫脒 WG 在药后 10 d 防效为 60.58%,3 种药剂在药后 14 d 防效均明显下降。

10%溴氰虫酰胺 OD+杰效利处理在整个试验期间对烟粉虱的防效保持在 58.53%以上。添加增效剂的处理其速效性明显优于未添加增效剂处理,药后 3 d,防效分别为 72.24%和 43.03%,显著高于单一药剂处理($P<0.05$)。

表 3　不同杀虫剂防治茄子田 MED 烟粉虱的药效

Table 3　Control effect of different insecticides on *Bemisia tabaci* MED cryptic species on eggplant in greenhouse

序号 No.	药剂 Insecticides	药前虫口基数/头 Insects before pesticide application	药后 3 d 3rd day after treatment			药后 7 d 7th day after treatment		
			药后虫口数 Number of adult	减退率/% Mortality	防效/% Control efficacy	药后虫口数 Number of adult	减退率/% Mortality	防效/% Control efficacy
1	70%吡虫啉 WG imidacloprid 70% WG	379.33	241.33	34.33	18.80 e	355.33	0.52	−9.75 b
2	70%啶虫脒 WG acetamiprid 70% WG	199.33	115.33	46.77	38.11 de	88.33	56.91	53.23 a
3	25%噻虫嗪 WG thiamethoxam 25% WG	204.67	101.00	50.59	33.06 de	65.67	67.71	62.31 a
4	50%吡蚜酮 WG pymetrozine 50% WG	376.00	112.33	68.57	62.49 abc	126.33	63.68	59.85 a
5	10%溴氰虫酰胺 OD cyantraniliprole 10% OD	136.00	58.33	57.95	43.03 cd	61.33	51.42	43.30 a
6	10%溴氰虫酰胺 OD+杰效利 cyantraniliprole 10% OD+JXL	355.33	79.67	77.03	72.24 ab	129.67	61.98	58.53 a
7	50%氟啶虫胺腈 WG sulfoxaflor 50% WG	224.00	34.00	83.94	80.80 a	76.33	65.65	61.79 a
8	3.2%阿维菌素 EC abamectin 3.2% EC	138.00	49.00	64.21	51.52 bcd	117.33	18.18	4.50 b
9	240 g/L 甲氧虫酰肼 SC methoxyfenozide 240 g/L SC	122.67	30.33	75.48	66.78 ab	32.67	72.85	68.30 a
10	空白对照 CK	263.33	193.67	26.18	—	178.67	14.33	—

序号 No.	药剂 Insecticides	药前虫口基数/头 Insects before pesticide application	药后 10 d 10th day after treatment			药后 14 d 14th day after treatment		
			药后虫口数 Number of adult	减退率/% Mortality	防效/% Control efficacy	药后虫口数 Number of adult	减退率/% Mortality	防效/% Control efficacy
1	70%吡虫啉 WG imidacloprid 70% WG	379.33	144.67	63.42	79.09 a	272.67	24.01	17.72 c
2	70%啶虫脒 WG acetamiprid 70% WG	199.33	126.00	36.05	60.58 ab	171.00	16.72	9.87 c
3	25%噻虫嗪 WG thiamethoxam 25% WG	204.67	128.67	37.41	73.89 a	136.33	33.45	24.54 bc
4	50%吡蚜酮 WG pymetrozine 50% WG	376.00	242.00	40.24	67.78 a	320.00	17.82	11.55 c
5	10%溴氰虫酰胺 OD cyantraniliprole 10% OD	136.00	78.33	40.64	75.24 a	47.33	63.47	58.58 ab
6	10%溴氰虫酰胺 OD+杰效利 cyantraniliprole 10% OD+JXL	355.33	189.33	45.39	65.03 a	110.67	66.85	64.59 a
7	50%氟啶虫胺腈 WG sulfoxaflor 50% WG	224.00	74.00	66.58	81.11 a	128.33	40.92	36.05 abc
8	3.2%阿维菌素 EC abamectin 3.2% EC	138.00	192.00	−44.81	39.59 b	98.33	28.27	18.67 c
9	240 g/L 甲氧虫酰肼 SC methoxyfenozide 240 g/L SC	122.67	58.67	53.04	80.41 a	80.33	35.59	26.97 bc
10	空白对照 CK	263.33	411.67	−139.71	—	205.00	11.80	—

2.3　7 种杀虫剂施用后农药残留分析

因无溴氰虫酰胺检测方法,该药剂残留未进行检测。在检测的 24 份蔬菜样品(8 份黄瓜果实样品、8 份黄瓜茎叶样品、8 份茄子茎叶样品)中,7 种农药的平均残留量与我国蔬菜上农药的最大残留限量标准(GB 2763 - 2014)比较见表 4。黄瓜茎叶中噻虫嗪和啶虫脒的平均残留量分别为 0.52 mg/kg 和 2.06 mg/kg,均高于我国对果实的最大残留限量标准。在黄瓜果实样品中 7 种杀虫剂平均残留量均未检出(<0.01mg/kg),显示在黄瓜上噻虫嗪和啶虫脒的吸收和储存主要是茎叶。在防治烟粉虱试验期间茄子尚未结果,因此仅检测了茎叶中不同农药的残留量,其中阿维菌素、吡蚜酮、甲氧虫酰肼的平均残留量为 0.031、2.36 和 4.75 mg/kg,均高于我国最大残留限量标准,其他药剂的平均残留量均低于我国最大残留限量标准。

表 4 果实和茎叶中 7 种农药的残留水平

Table 4 Residue levels of seven insecticides in fruit and cauline leaf

作物 Crop	药剂 Insecticide	农药残留检测/mg·kg^{-1} Determination of pesticide residue		国标 GB
		茎叶 Cauline leaf	果实 Fruit	果实 Fruit
黄瓜 *Cucumis sativus*	阿维菌素 abamectin	未检出<0.01	未检出<0.01	0.02
	噻虫嗪 thiamethoxam	0.52	未检出<0.01	0.5
	吡虫啉 imidacloprid	0.071	未检出<0.01	1
	氟啶虫胺腈 sulfoxaflor	0.18	未检出<0.01	0.5
	吡蚜酮 pymetrozine	未检出<0.01	未检出<0.01	0.2
	甲氧虫酰肼 methoxyfenozide	0.28	未检出<0.01	2
	啶虫脒 acetamiprid	2.06	未检出<0.01	1
	对照 CK	未检出<0.01	未检出<0.01	—
茄子 *Solanum melongena*	阿维菌素 abamectin	0.031	—	0.02
	噻虫嗪 thiamethoxam	0.29	—	0.5
	吡虫啉 imidacloprid	0.13	—	1
	氟啶虫胺腈 sulfoxaflor	未检出<0.01	—	0.5
	吡蚜酮 pymetrozine	2.36	—	0.2
	甲氧虫酰肼 methoxyfenozide	4.75	—	2
	啶虫脒 acetamiprid	0.44	—	1
	对照 CK	未检出<0.01	—	—

3 讨论

近年来，由于吐鲁番地区作物种植结构调整和温室大棚增加，给烟粉虱的越冬和为害提供了有利条件。同时，化学农药的不合理使用使得害虫抗药性逐年增强，农药残留超标引发的食品安全和环境污染等诸多问题相继产生[11]。

本研究采用 8 种低毒化学农药防治温室黄瓜和茄子田烟粉虱，试验期间黄瓜和茄子长势良好，均未产生药害。在温室黄瓜田烟粉虱防治过程中，3.2%阿维菌素 EC 是当地农户最常用的杀虫剂，但并不推荐在绿色食品生产中使用。新型杀虫剂 10%溴氰虫酰胺 OD 和 50%氟啶虫胺腈 WG 在药后 10 d 对烟粉虱的防效最高分别为 94.90%和 94.18%，能有效防治烟粉虱所带来的危害，速效性和持效性表现为：10%溴氰虫酰胺 OD>50%氟啶虫胺腈 WG。其次是三种新烟碱类杀虫剂药后 7 d 防效达 68.61%～80.69%，据相关报道，MED 烟粉虱隐种作为吐鲁番地区的优势种已对吡虫啉等杀虫剂表现出高水平抗性[12]。吡啶类杀虫剂 50%吡蚜酮 WG 防效最高，药后 7 d 达到 93.23%，且持效性较好。农药残留是筛选防治烟粉虱药剂的重要指标之一，本试验中，黄瓜果实样品中 8 种药剂的平均残留量均为未检出(<0.01mg)，低于我国最大残留限量标准，可有效保证蔬菜质量安全。

8 种药剂对茄子田 MED 烟粉虱隐种的防效表明，新型杀虫剂 10%溴氰虫酰胺 OD 和 50%氟啶虫胺腈 WG 推荐剂量下对烟粉虱均表现出较好的控制作用，且速效性较好。在药后 3 d，50%氟啶虫胺腈 WG 的防效最高达到 80.08%，这与买热木古丽等对 MEAM1 隐种田间试验结果一致[13]，即该杀虫剂能有效防治 MEAM1 和 MED 两个烟粉虱隐种。10 d 后药效显著降低，持效性较差，说明该药剂可有效控制烟粉虱发生初期所带来的危害，且对环境友好。其次是 50%吡蚜酮 WG 和 240 g/L 甲氧虫酰肼 SC，在药后 3～10 d 防效稳定在 60%以上，说明这两种药剂持效性较好，可在烟粉虱防治中作为轮换药剂使用。

本文试验结果表明，添加增效剂的处理在速效性和持效性上明显优于未添加增效剂的处理。在温室黄瓜防治中，10%溴氰虫酰胺 OD+杰效利在药后 7 d 防效最高，达到了 95.78%，较未添加增效剂的 10%溴氰虫酰胺 OD 提高了 9.29 百分点，在程永等用于防治烟粉虱的试验中也得到了理想的防效[8]。说明添加增效剂可促进叶面吸收作用，达到更好的防治效果，这与刘支前研究的结论一致[14]。

田间防治影响因素很多，寄主、寄生状态、害虫发生状态、温湿度等外界环境都会影响药效[15-18]。试验中新型杀虫剂 10%溴氰虫酰胺 OD 和 50%氟啶虫胺腈 WG 对黄瓜和茄子烟粉虱均表现出理想

的防效。其次是吡啶类和新烟碱类，在防治中可以作为轮换药剂，减缓抗药性的产生，为当地安全、高效治理烟粉虱提供理论依据。

参考文献

[1] 赵莉，张荣，肖艳，等. 危害棉花的重要害虫烟粉虱在新疆发现[J]. 新疆农业科学，2000(1)：27－28.

[2] MA D Y，GORMAN K，DEVINE G，et al. The biotype and insecticide-resistance status of whiteflies，*Bemisia tabaci*，(Hemiptera：Aleyrodidae)，invading cropping systems in Xinjiang Uygur Autonomous Region，northwestern China[J]. Crop Protection，2007，26(4)：612－617.

[3] 罗晨，姚远，王戎疆，等. 利用 mtDNA *COI* 基因序列鉴定我国烟粉虱的生物型[C]//北京青年科技论文评选获奖论文集. 2003：759－763.

[4] 曹骞，李晶，买热木古丽·克依木，等. 新疆地区烟粉虱生物型的区域分布及其携带的番茄黄化曲叶病毒检测[J]. 昆虫学报，2013，56(6)：652－664.

[5] 徐静，代飞飞，聂丹丹. 潍坊市 2015 年蔬菜、水果中农药残留污染情况[J]. 中国热带医学，2016，16(2)：141－144.

[6] 杨桂秋，黄琦，陈霖，等. 新型杀虫剂溴氰虫酰胺研究概述[J]. 世界农药，2012，34(6)：19－21.

[7] SELBY T P，LAHM G P，STEVENSON T M. A retrospective look at anthranilic diamide insecticides：discovery and lead optimization to chlorantraniliprole and cyantraniliprole[J]. Pest Management Science，2017，73(4)：658－665.

[8] 程永，宋晓磊，王海红，等. 10%溴氰虫酰胺悬浮剂对西瓜烟粉虱的田间防治研究[J]. 长江蔬菜，2014(2)：60－63.

[9] 马亚杰，马艳，马小艳，等. 几种新型杀虫剂对棉田烟粉虱防治效果研究[J]. 中国棉花，2013，40(4)：18－20.

[10] WANG W，WANG S，HAN G，et al. Lack of cross-resistance between neonicotinoids and sulfoxaflor in field strains of Q-biotype of whitefly，*Bemisia tabaci*，from eastern China[J]. Pesticide Biochemistry & Physiology，2016，136：46.

[11] 卜元卿，孔源，智勇，等. 化学农药对环境的污染及其防控对策建议[J]. 中国农业科技导报，2014，16(2)：19－25.

[12] 贾尊尊，王小武，付开赟，等. 新疆主要农区烟粉虱生物型鉴定及其对 11 种常用杀虫剂的抗性监测[J]. 新疆农业科学，2017，54(2)：304－312.

[13] 买热木古丽·克依木，徐好学，鲜金花，等. 5 种环境友好杀虫剂对 MEAM1 烟粉虱隐种的药效评价[C]//中国设施园艺学术年会，2014.

[14] 刘支前. 农药桶混助剂的选择原理[J]. 农药，2002，43(9)：1－5.

[15] 姚洪渭，叶恭银，程家安. 寄主植物影响害虫药剂敏感性的研究进展[J]. 昆虫学报，2002，45(2)：253－264.

[16] 王开运，姜兴印. 取食不同寄主植物对棉蚜后代抗药性的影响[J]. 昆虫学报，2001，44(4)：469－475.

[17] 张勇，辛海军，王开运，等. 不同寄主植物对棉铃虫生物学特性和抗药性的影响[J]. 中国棉花，2005，32(7)：10－12.

[18] 罗晨，向玉勇，郭晓军，等. 寄主植物对 B 型烟粉虱(*Bemisia tabaci*)和温室粉虱(*Trialeurodes vaporariorum*)个体发育和种群繁殖的影响[J]. 生态学报，2007，27(3)：1035－1040.

(责任编辑：杨明丽)

书　讯

《昆虫分类学》(修订版)介绍

《昆虫分类学》(修订版)于 2017 年由化学工业出版社以“十二五”国家重点图书发行。对照蔡邦华先生的原著，北京大学蔡晓明教授和中国科学院黄复生研究员共同主编的《昆虫分类学》(修订版)增添了不少创新性内容。它既传承了昆虫分类学的理论、原则、法规和方法等方面的论述；又顺应数十年来昆虫分类学在分类单元发生的大量变动、分类方法和技术在不断更新等方面发生的变化和发展趋势，吸纳了周欣等(2014)昆虫分类学通过新一代基因测序技术获得的最新研究成果。对原著中的一些目、科、属及其论述等作了必要的增补和修订。

《昆虫分类学》(修订版)创新点主要体现在以下几方面：一是增加了螳蟾目。此类昆虫外部形态特征既像螳螂，又像竹节虫，故名螳蟾目(Mantophasmatodea)，是昆虫纲中新发现的类群；现存种分布在非洲坦桑尼亚、纳米比亚和南非的西南部地区。该书以全球视野，凸显中国特色，将众多繁杂的昆虫纲构建成一个清晰的分类新系统，包括了两亚纲、三类变态、10 部、35 目和 629 科。二是对原著出版后在中国发现的 3 个目内容进行了补充。即对原尾目列出分科检索表并增设为 9 个科；将缺翅目建 1 科 2 属 3 种；中华蛩蠊确立 1 科并增设分属和分种检索表。三是对各目、各科和一些经济昆虫的主要特征、生物学、研究史略等作了必要的补充说明，并增添了翅、脉序、外生殖器、内部器官系统构造等分类特征图。四是增添了中国产的重要物种资料，其中主要包括贵州湄潭寄生于盐肤木 *Rhus javanica* 产生五倍子的多种倍蚜，为工业、医药提供资源；研究发现了多个倍蚜新种，揭示了倍蚜转换寄主的规律，提供了倍蚜生活史模型。我国主要森林害虫松毛虫的研究，发现了 20 余个新种、新亚种，附有外生殖器形态图；发掘了松毛虫发生基地。调查研究全国各地发生的 400 余种白蚁及其鉴定的大量新种；提供 20 余种有翅、无翅白蚁及兵蚁等多种形态特征原图。报道了树干害虫小蠹 500 余种在全国发生、分布、防治状况及其新属、新种等重大害虫和天敌昆虫等。五是对原著中的昆虫学名和名词进行了订正；增加了当前有关目、科、属世界和中国已知昆虫的物种数量；增补了主要参考文献 1 300 余篇(部)。

《昆虫分类学》(修订版)的正式出版，将为昆虫分类学的发展与创新发挥重要作用。

魏炳传(中国农业科学院院办公室，北京 100081)