

3 种农药对莲藕莲缢管蚜的杀虫活性和安全性

沈迎春¹, 张 怡^{1*}, 郭慧芳², 祝树德³, 徐炜枫⁴

(1. 江苏省农药检定所, 南京 210036; 2. 江苏省农业科学研究院, 南京 210014;

3. 扬州大学农学院, 扬州 225009; 4. 江苏省农产品检测中心, 南京 210036)

摘要 为筛选防治莲藕莲缢管蚜的理想药剂, 比较研究了吡虫啉、啉虫脒、吡蚜酮的杀虫活性、田间防效、作物安全性和残留。结果表明, 啉虫脒对莲缢管蚜 3 日龄蚜虫的 LC_{50} 为 0.09 mg/L, 毒性显著高于吡虫啉和吡蚜酮 (LC_{50} 值分别为 0.26 mg/L 和 1.0 mg/L)。湖南、湖北、浙江、福建和山东田间试验结果表明, 吡虫啉、啉虫脒和吡蚜酮在 15 g/hm² 以上有效使用剂量时, 药后 7 d 对莲藕莲缢管蚜的防治效果均在 90% 以上。10% 吡虫啉可湿性粉剂、5% 啉虫脒乳油、25% 吡蚜酮可湿性粉剂在稀释 250 倍及以下剂量时拌种或茎叶喷雾对莲藕植株生长均无药害。残留试验结果表明, 吡虫啉在莲叶上的半衰期为 2.5~5.9 d; 啉虫脒在莲叶上的半衰期为 7.4~9.5 d; 吡蚜酮在莲叶上的半衰期为 0.8~1.3 d。吡虫啉、啉虫脒和吡蚜酮防治莲藕莲缢管蚜安全、高效。

关键词 莲缢管蚜; 吡虫啉; 啉虫脒; 吡蚜酮; 杀虫活性; 安全性

中图分类号: S 481.2, S 436.8 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.03.044

Insecticidal activity of three pesticides against *Rhopalosiphum nymphaeae* in lotus and their safety to crops

Shen Yingchun¹, Zhang Yi¹, Guo Huifang², Zhu Shude³, Xu Weifeng⁴

(1. Jiangsu Institute for the Control of Agrochemicals, Nanjing 210036, China; 2. Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 3. Agricultural College of Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;

4. Jiangsu Province Analytical Center of Agricultural Produce, Nanjing 210036, China)

Abstract The toxicity of three pesticides, imidacloprid, acetamiprid and pymetrozine to *Rhopalosiphum nymphaeae* in *Nelumbo nucifera* Gaertn., and their safety to crops, were investigated by indoor incubation and field experiment. The results showed that the lethal concentration of 50 percent individuals (LC_{50}) of imidacloprid, acetamiprid, pymetrozine was 0.26 mg/L, 0.09 mg/L and 1.0 mg/L, respectively, and there was a significant difference among the three pesticides in the toxicity to *R. nymphaeae*. No damage on the growth of *N. nucifera* was observed under the experimental dose with the treatment of seed dressing and stem-leaf spraying. The field experiments showed that the control efficiency was more than 90% 7 days after application in Fujian, Hunan, Zhejiang, Shandong and Hubei. Residual trails showed that the half-life of imidacloprid, acetamiprid, pymetrozine on the lotus leaf was 2.5–5.9 days, 7.4–9.5 days, and 0.8–1.3 days, respectively. Imidacloprid, acetamiprid, and pymetrozine as the easily biodegradable pesticides, remaining in the environment for a short time, are relatively environment-friendly for use.

Key words *Rhopalosiphum nymphaeae*; imidacloprid; acetamiprid; pymetrozine; insecticidal activity; safety

莲藕 (*Nelumbo nucifera* Gaertn.), 又称莲、荷、藕等, 为睡莲科多年生宿根草本水生植物。近年来, 我国莲藕的种植面积、产量、出口量均有较大幅度增加, 位居经济作物第 9 名, 仅江苏省宝应县常年种植莲藕约 1.3 万 hm², 年产量 30 多万 t, 年产值 10 多

亿元, 主要出口日、韩、美国和东南亚地区。

近几年, 随着莲藕种植业快速发展, 莲藕病虫害发生和用药问题日益严重^[1]。莲缢管蚜 (*Rhopalosiphum nymphaeae*) 是莲藕上为害最为严重的害虫之一, 其成虫、若虫常成群聚集于幼叶、叶芽、花

收稿日期: 2015-04-14 修订日期: 2015-07-23

基金项目: 农业部农药检定所小作物联合登记试验项目

* 通信作者 E-mail: 451773111@qq.com

蕾及柄上刺吸汁液,被害叶片轻者出现黄白斑痕,生长不良,重者叶片卷曲皱缩,叶片枯黄,花蕾凋萎,造成莲藕减产^[2-3]。当前,莲缢管蚜主要依靠化学农药进行防治,但现有的农药品种均未在莲藕上登记,更缺乏农药安全性和残留方面的研究报告。生产上主要凭经验用药,乱用、滥用现象普遍,也因此曾发生因农药残留造成农产品出口退货赔偿的事件。故亟需筛选出安全可靠的防治莲缢管蚜的药剂,并推荐适用的农药操作规程,解决莲藕生产上“无药可用”的问题,保障其生产和产品质量安全。

1 材料与方法

1.1 供试靶标害虫

莲缢管蚜 (*Rhopalosiphum nymphaeae*), 于 2012 年夏季在南京地区田间莲藕上采集,室内用慈姑苗多代饲养。

1.2 试验药剂

用于毒力测定的药剂:97.2%吡虫啉原药和 97.5%啉虫脒原药,江苏克胜集团有限公司;96%吡蚜酮原药,江苏安邦电化有限公司。

用于田间药效试验和作物安全性测试的药剂:10%吡虫啉可湿性粉剂和 5%啉虫脒乳油,江苏克胜集团有限公司;25%吡蚜酮可湿性粉剂,江苏安邦电化有限公司;以 25%噻虫嗪水分散粒剂为对照药剂。

1.3 试验方法

1.3.1 室内毒力测定

采用浸渍法^[6]。用分析天平分别称取一定质量的吡虫啉、啉虫脒和吡蚜酮原药,用 N,N-二甲基甲酰胺溶解,加入总体积 10%的乳化剂 Triton-100,混匀,定容至 20 mL,分别配制成 10%的吡虫啉、10%的啉虫脒和 5%的吡蚜酮溶液。

选取生长一致的慈姑叶片,制成适宜的叶碟。将叶碟在待测药液中浸 10 s,取出后晾干,放置于含有 1%水琼脂的培养皿中,每皿接入 3 日龄若蚜 10 头,以含相同浓度的有机溶剂和乳化剂处理作对照。每个药剂设 6 个浓度,每处理设 4 个重复,置于 (26±1)℃、光周期 L//D = 16 h//8 h,室内观察。药后 72 h 调查试验结果,以毛笔轻触虫体,无反应视为死亡,统计各处理活虫数与总虫数,计算校正死

亡率。

校正死亡率(%)=(处理组死亡率-对照组死亡率)/(1-对照组死亡率)×100。

1.3.2 田间药效试验

田间药效试验于 2012 年进行。试验方法参照农业部《农药田间药效试验准则》。试验地点、供试作物品种、靶标害虫发生情况、施药日期见表 1。10%吡虫啉 WP 15、30 和 45 g/hm²,5%啉虫脒 EC 15、22.5 和 30 g/hm²,25%吡蚜酮 WP 45、67.5 和 90 g/hm²。于安徽设置对照药剂 25%噻虫嗪 WG 3.75 g/hm²,江西设置对照药剂 25%噻虫嗪 WG 2.5 g/hm²,湖北设置洗衣粉为对照药剂。将试验药剂按设置的剂量 2 次稀释,另加有机硅助剂,叶面均匀喷雾。每处理一个大区,大区面积约为 667 m²,大区之间施药前筑小埂,防治大区之间田水串灌;每个大区单独灌水,莲藕分 4 行,一行为 1 次重复,共 4 次重复。药后 3 d 和 7 d 分别调查防效。药效调查时,每小区查 10 点,每点查 5 株,记载蚜虫总量。莲缢管蚜发生程度主要以当地蚜虫发生盛期平均株蚜率来确定(表 2)。目前暂无统一的分级标准,本试验所用分级标准为综合考虑试验地植保专家意见所定。株蚜率≤20%时,视为轻发生;株蚜率>20%~40%时,视为中等发生;株蚜率>40%~80%时,视为严重发生;株蚜率≥80%时,视为大发生。

防治效果(%)=[1-(对照药前虫量基数×处理药后虫量数)/(对照药后虫量数×处理药前虫量数)]×100。

1.3.3 作物安全性测试

浸种发芽安全性试验:供试莲藕品种为‘荷藕 149’、‘荷藕 160’、‘荷藕 247’。各药剂按田间药效最高试验剂量的 1 倍、2 倍、4 倍设计,稀释为 250、500、1 000 倍液,具体浓度如表 3 所示,每处理重复 3 次。莲子一端破皮后药剂浸种 8 h,每处理 30 粒种子,浸种后放于培养皿内加清水至没过种子,放于 25℃,光周期 L//D = 16 h//8 h 的光照培养箱内,记录对照发芽 50%、对照完全发芽、对照发芽后 3~5 d 时各处理的发芽率。另将各处理的 30 粒种子分别移至广口瓶内,加水,在 25℃光照培养箱内培养,于发芽后 7、14 d 观察记录出苗情况。计算发芽率:发芽率或出苗率(%)=发芽数或出芽数/供试种子数×100。

表 1 田间药效试验方案
Table 1 Field trial protocol of the insecticides

试验地 Field	莲藕品种 Variety	播种日期/月-日 Sowing date	施药日期/月-日 Pesticides application date	靶标发生程度 Target level
安徽 Anhui	白莲藕 3735	05-02	06-19	中等
福建 Fujian	白莲藕 3735	03-18	05-25	严重
湖北 Hubei	鄂莲 4 号	03-10	06-11	严重
湖南 Hunan	藕莲	03-05	06-13	严重
江苏 Jiangsu	鄂莲 5 号	02-28	06-11	中等
江西 Jiangxi	鄂莲 5 号	03-03	06-12	中等
山东 Shandong	泰国花奇莲	—	06-02	严重
浙江 Zhejiang	籽莲太空 36 号	—	05-16	中等

表 2 作物安全性试验药剂浓度设置
Table 2 Application dosage for safety assay

药剂 Pesticide	稀释倍数 Dilution times	有效成分用量/ g · hm ⁻² Effective dosage
10%吡虫啉 WP	250	180
10% Imidacloprid WP	500	90
	1 000	45
25%吡蚜酮 WP	250	360
25% Pymetrozine WP	500	180
	1 000	90
5%啉虫脒 EC	250	120
5% Acetamiprid EC	500	60
	1 000	30

营养生长安全性试验:供试作物品种为‘鄂莲 4 号’、‘鄂莲 5 号’、‘美人红’。药剂浓度设置同浸种发芽安全性试验。待莲藕生长至 3、4 叶时,进行叶面喷施,以喷施清水作为对照,每个处理 6 次重复。喷药后,随机抽取 6 株莲藕,测量正常生长的叶片高度和叶面积并作出标记,分别在 7、14 d 后对同一叶片再次进行测量。计算株高和叶面积增长率:增长率(%)=(观测叶片高度或叶面积-初始叶片高度或叶面积)/初始叶片高度或叶面积×100。

1.3.4 残留试验

残留试验于 2013 年在江苏、湖南、湖北、安徽进行。试验莲藕品种为‘鄂莲 5 号’(江苏)、“鄂莲 3 号”(安徽)、“藕莲”(湖南)、“太空莲”(湖北)。试验按照 NY/T788-2004《农药残留试验准则》的要求进行,分为药剂在莲叶内消解动态试验和最终残留试验。每处理重复 3 次,随机区组设计,每小区面积 30 m²。

药剂在莲叶内消解动态试验:按照供试药剂田间药效推荐剂量的 2 倍施药 1 次,施药剂量分别为 10%吡虫啉 WP 90 g/hm²,25%吡蚜酮 WP 135 g/hm²,

5%啉虫脒 EC 45 g/hm²。施药时间分别为:江苏 6 月 14 日,湖南 6 月 11 日,湖北 7 月 19 日,安徽 6 月 4 日。施药后 1 h、1、2、3、5、7、10、14、21、30、45、60 d 取样检测莲叶中药剂残留量。取正常叶片,取样量不少于 2 kg,将莲叶剪成 1 cm 以下的小段,充分混匀后,用四分法缩分,取 500 g 装入封口容器中,容器内外各加上标签,保存在-20℃冰箱中待测。

最终残留试验:按照供试药剂田间药效试验推荐剂量和推荐剂量 1.5 倍 2 个剂量对莲叶进行喷雾处理,施药次数为 1 次和 2 次。具体剂量为:10%吡虫啉 WP 45、67.5 g/hm²,25%吡蚜酮 WP 67.5、101.25 g/hm²,5%啉虫脒 EC 22.5、33.75 g/hm²。第 1 次施药时间分别为:江苏 6 月 28 日,湖南 7 月 22 日,湖北 7 月 9 日,安徽 6 月 10 日间隔 10 日施第 2 次药。在末次施药后 7、14 d 和 21 d 分别采集莲子,成熟期采集莲藕,检测莲子和莲藕中药剂残留量。另设空白对照,处理间设保护带。莲子样品:在小区中用随机方式剪取浅水藕莲蓬,采集 12 点以上,取样量不少于 5 kg,将所采的莲蓬样品剥出莲子,去净莲子壳,然后充分混匀后,分别取 200 g 装入封口容器中,标注后保存在-20℃冰箱中待测;浅水藕样品:随机采集 12 点以上,取样量不少于 2 kg,将浅水藕切成 1 cm 以下的小段,充分混匀后,用四分法缩分,取 500 g 装入封口容器中,容器内外各加上标签,保存在-20℃冰箱中待测。

所有样品的制备要在采集后 4 h 内完成。将制备好的莲叶、莲子、莲藕样品分别粉碎,称取 10 g 粉碎后的样品置于 50 mL 离心管中,加入 5 mL 水、10 mL 乙腈匀浆后加入 4 g 氯化钠,剧烈振荡后 7 000 r/min 高速离心 3 min,取 1.0 mL 上清液移入加有 0.22 μm 有机滤头的 5 mL 针筒,其内放入

PSA、GCB、无水硫酸镁共 250 mg(比例 1:1:3),涡旋混匀过滤,滤液供 UPLC/MSMS 测定,柱温 20℃,流速 0.3 mL/min。

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定结果

吡蚜酮、吡虫啉和啉虫脒对莲缢管蚜的 LC₅₀ 分别为 0.09、0.26 和 1.00 mg/L(表 3)。啉虫脒活性最高,是吡虫啉的 3 倍左右,吡蚜酮的 14 倍左右。

2.2 田间药效试验结果

在全国八地进行的田间药效试验结果表明,除安徽、江苏和江西外,其余五地当施用 10%吡虫啉 WP、5%啉虫脒 EC 和 25%吡蚜酮 WP 15 g/hm² 以

上,7 d 后的防效均在 90%以上(表 4),并且防效随用药量增加而递增。

施用 10%吡虫啉 WP 30~45 g/hm² 后 3 d,其防效为 73.1%~100.0%,药后 7 d 防效为 82.9%~100%,与 25%噻虫嗪 WG 在推荐用量下防效相当。施用 5%啉虫脒 EC 15~30 g/hm² 后 3 d,其防效为 70.6%~100.0%,药后 7 d 防效在 73.2%~100%之间,与对照药剂噻虫嗪防效相当。施用 25%吡蚜酮 WP 45~90 g/hm² 后 3 d,其防效在 56.0%~100%之间,药后 7 d 防效有所上升,达 70.0%以上,与对照药剂噻虫嗪防效相当。

3 种药剂田间试验结果与室内毒力测定结果一致,也没有发现对莲藕有药害症状。

表 3 3 种药剂对莲缢管蚜的室内毒力测定结果
Table 3 The toxicity of three pesticides to *Rhopalosiphum nymphaeae*

试验药剂 Pesticide	回归方程 Regression equation	LC ₅₀ /mg · L ⁻¹	95%置信区间/mg · L ⁻¹ 95% Confidence interval	LC ₉₅ /mg · L ⁻¹	95%置信区间/mg · L ⁻¹ 95% Confidence interval
吡虫啉 Imidacloprid	y=6.701 5+2.687 4x	0.26	0.21~0.31	0.96	0.76~1.32
啉虫脒 Acetamiprid	y=8.087 1+3.017 9x	0.09	0.07~0.12	0.33	0.25~0.51
吡蚜酮 Pymetrozine	y=4.994 8+2.468 3x	1.00	0.82~1.24	4.66	3.26~8.00

表 4 不同药剂对莲缢管蚜的田间药效试验结果¹⁾
Table 4 Field efficacy of different pesticides to *Rhopalosiphum nymphaeae*

试验地 Field	药剂 Pesticide	有效成分用量/ g · hm ⁻² Effective dosage	防治效果/% Control efficacy	
			药后 3 d Three days after application	药后 7 d Seven days after application
安徽 Anhui	10%吡虫啉 WP	15	(60.5±2.5)f	(71.8±2.0)f
	10% Imidacloprid WP	30	(73.1±2.7)c	(85.6±2.1)c
		45	(80.1±3.6)b	(89.3±1.2)a
	5%啉虫脒 EC	15	(70.6±3.1)cd	(73.2±3.1)e
	5% Acetamiprid EC	22.5	(79.9±3.3)b	(85.3±2.3)c
		30	(86.1±2.1)a	(88.5±3.9)ab
	25%吡蚜酮 WP	45	(56.0±2.0)g	(70.1±1.4)f
	25% Pymetrozine WP	67.5	(66.3±3.0)e	(83.4±1.2)d
		90	(75.3±2.1)c	(86.5±2.8)bc
	25%噻虫嗪 WG 25% Thiamethoxam WG	3.75	(70.1±2.4)d	(87.2±3.1)bc
江苏 Jiangsu	10%吡虫啉 WP	15	(78.8±4.5)d	(85.2±1.3)d
	10% Imidacloprid WP	30	(91.5±2.9)a	(95.0±2.0)c
		45	(93.8±2.7)a	(96.2±1.0)c
	5%啉虫脒 EC	15	(84.5±2.4)c	(95.1±1.4)c
	5% Acetamiprid EC	22.5	(93.6±2.6)a	(97.7±1.1)b
		30	(95.6±0.9)a	(99.0±0.9)a
	25%吡蚜酮 WP	45	(89.1±3.3)b	(95.1±2.4)c
	25% Pymetrozine WP	67.5	(93.9±1.5)a	(97.9±0.7)b
		90	(96.0±2.2)a	(99.0±0.8)a
	10%吡虫啉 WP	15	(88.2±1.6)c	(96.7±0.8)c
浙江 Zhejiang	10% Imidacloprid WP	30	(94.9±1.7)b	(98.2±0.2)b
		45	(97.5±0.6)a	(98.9±0.3)a

续表 4 Table 4 (Continued)

试验地 Field	药剂 Pesticide	有效成分用量 /g · hm ⁻² Effective dosage	防治效果/% Control efficacy	
			药后 3 d	药后 7 d
			Three days after application	Seven days after application
江西 Jiangxi	5%啉虫脒 EC	15	(88.9±0.9)c	(97.8±0.5)c
	5% Acetamiprid EC	22.5	(95.6±0.1)b	(98.3±0.2)b
		30	(98.0±0.9)a	(99.1±0.5)a
	25%吡蚜酮 WP	45	(88.8±1.7)c	(96.3±0.8)c
	25% Pymetrozine WP	67.5	(95.0±1.1)b	(98.0±0.3)b
		90	(97.4±0.6)a	(98.9±0.2)a
	10%吡虫啉 WP	15	(82.5±1.0)d	(77.9±0.6)f
	10% Imidacloprid WP	30	(87.2±1.2)bc	(82.9±0.7)d
		45	(91.4±0.8)a	(89.2±2.5)b
	5%啉虫脒 EC	15	(82.0±1.6)d	(75.8±3.3)g
湖北 Hubei	5% Acetamiprid EC	22.5	(91.3±1.0)a	(86.7±1.9)c
		30	(92.6±1.0)a	(85.5±1.4)c
	25%吡蚜酮 WP	45	(77.0±2.8)e	(80.5±2.3)e
	25% Pymetrozine WP	67.5	(82.2±1.7)d	(88.4±0.7)b
		90	(85.2±1.6)c	(91.5±1.5)a
	噻虫嗪 Thiamethoxam	2.5	(90.0±1.7)b	(83.4±1.8)d
	10%吡虫啉 WP	15	(92.9±2.7)c	(90.7±2.1)c
	10% Imidacloprid WP	30	(96.5±1.7)b	(93.0±2.5)b
		45	(99.0±0.7)a	(97.8±0.8)a
	5%啉虫脒 EC	15	(90.7±3.2)c	(88.3±1.7)c
山东 Shandong	5% Acetamiprid EC	22.5	(94.4±1.7)c	(91.2±2.0)bc
		30	(98.1±1.7)a	(95.1±2.1)ab
	25%吡蚜酮 WP	45	(94.1±2.1)c	(91.7±1.8)bc
	25% Pymetrozine WP	67.5	(97.1±2.5)b	(95.8±3.0)ab
		90	(99.5±0.4)a	(98.4±1.1)a
	10%吡虫啉 WP	15	(87.9±1.6)c	(89.5±1.0)d
	10% Imidacloprid WP	30	(96.4±0.6)b	(98.1±0.4)a
		45	(98.6±0.4)a	(98.9±0.1)a
	5%啉虫脒 EC	15	(91.9±0.5)bc	(95.4±0.6)b
	5% Acetamiprid EC	22.5	(98.6±0.4)a	(99.0±0.3)a
湖南 Hunan		30	(98.9±0.6)a	(99.3±0.3)a
	25%吡蚜酮 WP	45	(87.6±3.4)c	(92.4±1.5)c
	25% Pymetrozine WP	67.5	(95.2±1.4)b	(97.4±0.8)ab
		90	(98.1±0.5)a	(98.7±0.3)a
	10%吡虫啉 WP	15	(99.9±0.3)a	(100.0±0.0)a
	10% Imidacloprid WP	30	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a
		45	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a
	5%啉虫脒 EC	15	(96.8±0.5)b	(100.0±0.0)a
	5% Acetamiprid EC	22.5	(93.3±1.7)c	(100.0±0.0)a
		30	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a
福建 Fujian	25%吡蚜酮 WP	45	(93.1±1.8)c	(100.0±0.0)a
	25% Pymetrozine WP	67.5	(98.9±0.1)ab	(100.0±0.0)a
		90	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a
	10%吡虫啉 WP	15	(98.3±1.2)ab	(98.8±0.9)ab
	10% Imidacloprid WP	30	(99.7±0.3)a	(100.0±0.0)a
		45	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a
	5%啉虫脒 EC	15	(96.4±1.8)b	(98.3±0.6)ab
	5% Acetamiprid EC	22.5	(99.2±0.6)a	(99.5±0.5)a
		30	(99.7±0.2)a	(99.6±0.5)a
	25%吡蚜酮 WP	45	(80.0±5.8)e	(88.5±4.3)d
	25% Pymetrozine WP	67.5	(87.0±2.4)d	(93.7±1.2)c
		90	(90.7±1.6)c	(95.2±3.4)b

1) 同一列中字母不同表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level among treatments in the same area. The same below.

2.3 作物安全性评价

10%吡虫啉 WP、5%啉虫脒 EC、和 25%吡蚜酮 WP 在 3 个试验剂量下对莲藕安全无药害(表 5)。当对照发芽分别为 50%和 100%时,3 种药剂对‘荷藕 149’、‘荷藕 160’、‘荷藕 247’的发芽抑制率分别为-9.5%~12%、-4.6%~8.7%,不同药剂不同处理间及与空白对照间均无显著差异。3 种药剂浸种后 7 d,出苗率均在 95%以上,苗高在 8.7~12.5 cm之间;药后 14 d,出苗率均在 95%以上,苗高在 23.1~25.6 cm 之间。表明 3 种药剂对莲藕出

苗率和苗高均无显著影响。
吡虫啉、啉虫脒和吡蚜酮对莲藕生长也无药害(表 6)。药后 7 d,3 种药剂各剂量处理对‘鄂莲 4 号’、‘鄂莲 5 号’、‘美人红’的株高增长率在 34.2%~68.1%、28.5%~57.1%、20.4%~65.0%之间,与对照无明显差异;‘鄂莲 4 号’、‘鄂莲 5 号’、‘美人红’的叶面积增长率在 32.0%~130.0%、25.8%~130.0%和 19.4%~160.9%之间,也与对照无明显差异。药后 14 d,对荷藕的叶面积、株高增长率也均无明显影响。

表 5 3 种药剂浸种处理莲子发芽安全性试验
Table 5 Safety experiment results of lotus seed soaking by three pesticides

品种 Variety	试验药剂 Pesticide	有效成分 用量/g· hm ⁻² Effective dosage	抑芽率/% Sprout inhibition rate			出苗率/% Seedling emergence rate		苗高/cm Height	
			对照	对照发芽	对照	药后 7d Seven days after application	药后 14 d Fourteen days after application	药后 7 d Seven days after application	药后 14 d Fourteen days after application
			发芽 50%	100%	发芽 3d 后				
			50%	100%	Three days after germination in CK				
荷藕 149	10%吡虫啉 WP	180	8.0	4.4	2.1	(97.9±2.1)a	(97.9±2.1)a	(12.3±0.4)a	(23.3±0.5)a
	10% Imidacloprid WP	90	4.0	6.5	6.4	(95.8±2.1)a	(95.8±2.1)a	(11.8±0.3)a	(24.3±1.1)a
		45	8.0	2.1	0.0	(100±0.0)a	(97.9±2.1)a	(12.5±0.7)a	(23.1±0.9)a
	5%啉虫脒 EC	120	0.0	4.4	2.1	(97.9±2.1)a	(97.9±2.1)a	(10.3±0.7)a	(23.2±0.5)a
	5% Acetamiprid EC	60	-4.0	6.5	6.4	(95.8±2.1)a	(95.8±2.1)a	(10.6±2.3)a	(24.3±1.1)a
		30	0.0	4.4	0.0	(97.9±2.1)a	(97.9±2.1)a	(11.1±1.1)a	(23.1±0.9)a
	25%吡蚜酮 WP	360	4.2	0.0	0.0	(97.9±2.1)a	(100±0.0)a	(9.9±0.5)a	(23.7±0.2)a
	25% Pymetrozine WP	180	0.0	4.4	0.0	(97.9±2.1)a	(97.9±2.1)a	(10.1±0.2)a	(24.5±0.7)a
		90	4.2	2.2	0.0	(100±0.0)a	(97.9±2.1)a	(10.4±0.4)a	(23.3±0.5)a
	对照 CK	清水	—	—	—	(100±0.0)a	(100±0.0)a	(11.9±0.9)a	(23.5±0.5)a
荷藕 160	10%吡虫啉 WP	180	8	-4.6	2.1	(100±0.0)a	(100±0.0)a	(10.3±0.7)a	(23.7±0.2)a
	10% Imidacloprid WP	90	-4	-2.3	4.2	(95.8±2.1)a	(95.8±2.1)a	(10.3±0.5)a	(25.6±0.5)a
		45	8	0.0	0.0	(100±0.0)a	(97.9±2.1)a	(10.1±0.6)a	(24.3±0.4)a
	5%啉虫脒 EC	120	4.8	2.3	2.1	(97.9±2.1)a	(97.9±2.1)a	(9.1±0.1)a	(23.7±0.2)a
	5% Acetamiprid EC	60	-9.5	0.0	4.3	(95.8±2.1)a	(95.8±2.1)a	(9.4±0.8)a	(24.4±1.1)a
		30	0.0	-2.2	-2.1	(100±0.0)a	(97.9±2.1)a	(8.7±0.3)a	(23.2±0.9)a
	25%吡蚜酮 WP	360	4	0.0	0.0	(97.9±2.1)a	(100±0.0)a	(10.3±0.2)a	(23.7±0.2)a
	25% Pymetrozine WP	180	12	8.7	4.3	(97.9±2.1)a	(97.9±2.1)a	(10.2±0.2)a	(23.4±0.9)a
		90	4	4.4	0.0	(100±0.0)a	(97.9±2.1)a	(10.8±0.4)a	(23.7±0.9)a
	对照 CK	清水	—	—	—	(100±0.0)a	(100±0.0)a	(10.4±0.8)a	(24.1±0.5)a
荷藕 247	10%吡虫啉 WP	180	4.2	0.0	2.1	(97.9±2.1)a	(100±0.0)a	(10.3±0.7)a	(23.7±0.2)a
	10% Imidacloprid WP	90	-8.3	6.5	4.1	(95.8±2.1)a	(95.8±2.1)a	(11.2±0.8)a	(23.3±0.7)a
		45	8.3	4.4	0.0	(100±0.0)a	(97.9±2.1)a	(11.1±0.6)a	(23.3±0.6)a
	5%啉虫脒 EC	120	-4.4	0.0	2.1	(97.9±2.1)a	(100±0.0)a	(9.9±0.5)a	(23.7±0.2)a
	5% Acetamiprid EC	60	-4.4	4.3	4.2	(95.8±2.1)a	(95.8±2.1)a	(10.2±0.2)a	(23.3±0.7)a
		30	0.0	4.3	0.0	(100±0.0)a	(97.9±2.1)a	(10.4±0.4)a	(23.3±0.6)a
	25%吡蚜酮 WP	360	0.0	-2.2	0.0	(97.9±2.1)a	(100±0.0)a	(10.3±0.2)a	(24.0±0.5)a
	25% Pymetrozine WP	180	8	6.7	4.3	(97.9±2.1)a	(97.9±2.1)a	(10.0±0.3)a	(23.4±0.8)a
		90	0.0	6.7	0.0	(100±0.0)a	(97.9±2.1)a	(10.1±0.5)a	(23.7±0.9)a
	对照 CK	清水	—	—	—	(100±0.0)a	(100±0.0)a	(11.0±0.9)a	(23.1±1.1)a

表 6 营养生长安全性试验结果

Table 6 Safety experiment results of the plant growth

品种 Variety	试验药剂 Pesticide	有效成分用量 /g·hm ⁻² Effective dosage	药后 7d Seven days after application		药后 14d Fourteen days after application	
			株高增长率/% Increment rate of the height	叶面积增长率/% Increment rate of leaf area	株高增长率/% Increment rate of the height	叶面积增长率/% Increment rate of leaf area
鄂莲 4 号	10%吡虫啉 WP	180	(41.6±15.8)a	(67.8±32.3)a	(75.7±22.3)a	(130.9±45.6)a
	10% Imidacloprid WP	90	(68.1±9.1)a	(38.8±18.3)a	(85.7±12.9)a	(97.1±36.3)a
		45	(53.5±14.3)a	(58.9±19.7)a	(62.7±18.4)a	(105.0±44.9)a
	5%啶虫脒 EC	120	(39.0±39.0)a	(32.0±17.6)a	(109.6±23.7)a	(49.5±15.0)a
	5% Acetamiprid EC	60	(39.7±39.7)a	(123.4±87.5)a	(60.5±20.9)a	(135.5±68.9)a
		30	(34.2±34.2)a	(59.2±19.8)a	(52.4±12.4)a	(99.7±22.4)a
	25%吡蚜酮 WP	360	(42.3±6.9)a	(70.5±36.1)a	(72.9±16.0)a	(91.2±37.9)a
	25% Pymetrozine WP	180	(46.6±11.6)a	(130.0±79.1)a	(66.7±19.5)a	(156.8±81.7)a
		90	(48.7±4.8)a	(54.4±25.5)a	(82.3±10.5)a	(81.9±26.4)a
	对照 CK	清水	(38.2±9.9)a	(53.5±29.2)a	(93.7±30.1)a	(175.5±90.0)a
鄂莲 5 号	10%吡虫啉 WP	180	(57.1±8.8)a	(26.5±6.2)a	(63.1±13.7)a	(114.3±58.4)a
	10% Imidacloprid WP	90	(28.5±8.9)a	(25.8±11.4)a	(56.7±10.9)a	(58.4±20.2)a
		45	(36.6±16.2)a	(41.2±10.2)a	(47.7±18.7)a	(76.2±14.9)a
	5%啶虫脒 EC	120	(50.0±17.8)a	(97.6±16.8)a	(61.0±16.8)a	(142.7±45.0)a
	5% Acetamiprid EC	60	(54.5±10.8)a	(59.1±10.8)a	(72.9±10.8)a	(76.1±38.9)a
		30	(39.5±16.3)a	(89.9±16.3)a	(49.8±16.3)a	(130.9±51.8)a
	25%吡蚜酮 WP	360	(33.9±13.6)a	(70.5±36.2)a	(65.0±20.0)a	(91.2±37.9)a
	25% Pymetrozine WP	180	(46.6±11.6)a	(130.0±79.1)a	(66.7±19.5)a	(156.8±81.7)a
		90	(45.7±4.8)a	(54.4±25.5)a	(82.3±10.5)a	(81.9±26.3)a
	对照 CK	清水	(38.2±9.9)a	(20.2±4.6)a	(93.7±30.1)a	(78.1±26.0)a
美人红	10%吡虫啉 WP	180	(34.5±15.3)a	(160.9±95.2)a	(44.7±21.6)a	(209.9±75.4)a
	10% Imidacloprid WP	90	(59.8±25.4)a	(124.9±54.9)a	(73.4±19.7)a	(228.3±72.9)a
		45	(65.0±19.1)a	(61.1±37.2)a	(81.7±21.5)a	(105.1±67.2)a
	5%啶虫脒 EC	120	(41.3±9.5)a	(31.4±7.5)a	(53.0±11.9)a	(49.6±14.4)a
	5% Acetamiprid EC	60	(50.7±7.3)a	(25.9±7.2)a	(71.2±10.4)a	(84.6±18.6)a
		30	(37.7±15.1)a	(19.4±6.3)a	(49.9±15.6)a	(47.1±8.6)a
	25%吡蚜酮 WP	360	(35.3±8.9)a	(55.2±25.1)a	(45.1±9.5)a	(73.9±29.9)a
	25% Pymetrozine WP	180	(34.0±8.5)a	(30.2±12.5)a	(43.6±10.2)a	(63.6±19.9)a
		90	(20.4±7.3)a	(26.5±18.5)a	(33.1±5.9)a	(46.9±15.4)a
	对照 CK	清水	(38.3±7.7)a	(33.2±17.1)a	(64.3±12.3)a	(111.6±50.0)a

2.4 残留评价

10%吡虫啉 WP、5%啶虫脒 EC、25%吡蚜酮 WP 在莲叶上的消解动态见图 1。随着时间推移,药剂在莲叶中的残留量逐渐下降。药后 7 d,吡虫啉残留在 0.03~0.2 mg/kg 之间,降解率达 64.0%~90.2%;啶虫脒残留在 0.12~0.54 mg/kg 之间,降解率达 28.9%~85%,吡蚜酮残留<0.002 mg/kg,降解率达 99.9%以上。药后 14 d,吡虫啉残留<0.005 mg/kg,降解率达 99.9%以上,啶虫脒残留在 0.07~0.25 mg/kg 之间,降解率 62.1%~91.8%。按动力学一级方程式计算药剂在莲叶上的半衰期(T_{1/2}),吡虫啉为 2.5~5.9 d,啶虫脒为 7.4~9.5 d,

吡蚜酮为 0.8~1.3 d,3 种药剂均属易降解农药。

10%吡虫啉 WP 的施用剂量为 45 g/hm² 和 67.5 g/hm² 时,其在莲子和莲藕中最终残留量均小于 0.005 mg/kg;5%啶虫脒 EC 在施用剂量为 22.5 g/hm²和 33.75 g/hm² 下,其在莲子和莲藕中最终残留量均小于 0.01 mg/kg;25%吡蚜酮 WP 在施用剂量 67.5 g/hm² 和 101.25 g/hm² 条件下,在莲子和莲藕中最终残留量均小于 0.002 mg/kg。参照我国大白菜上吡虫啉 MRL 值 0.2 mg/kg、甘蓝上啶虫脒 MRL 值 0.5 mg/kg 和吡蚜酮 MRL 值 0.2 mg/kg,吡虫啉、啶虫脒和吡蚜酮药后 14 d 在莲子与莲藕上的残留量均低于此值。

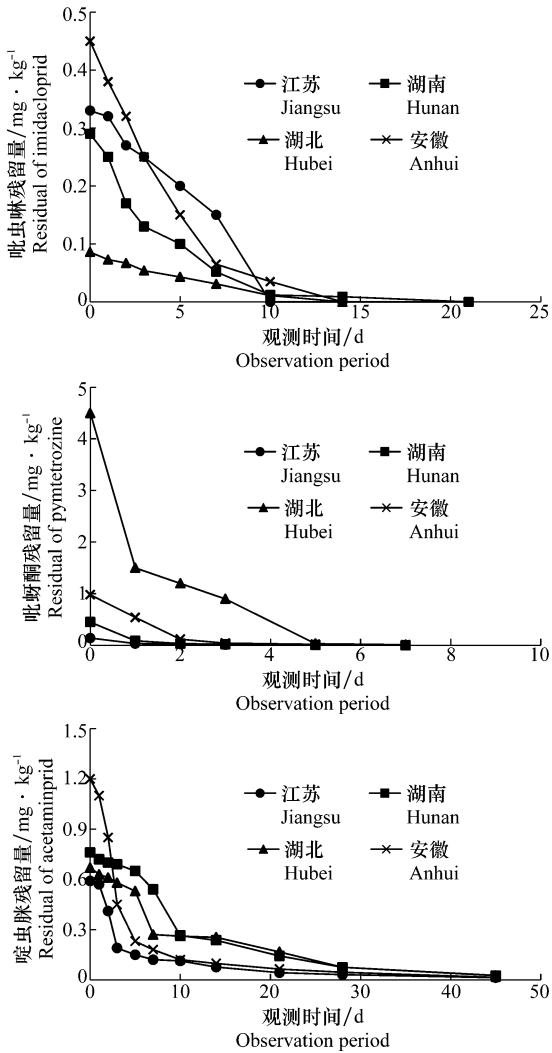


图 1 3 种药剂在莲叶上的消解动态

Fig. 1 Degradation dynamics of three pesticides on the leaf

3 讨论

作为莲藕上的重要害虫,莲缢管蚜的高效安全应急控制在很大程度上依赖于高效低毒化学农药^[4-6]。烟碱类杀虫剂吡虫啉和啉虫脒已在麦蚜等蚜虫的防治上表现出理想的防效^[6],亦曾在飞虱的控制上发挥了重要作用,但未有其对莲缢管蚜的系统研究。本研究

表明,吡虫啉和啉虫脒对莲缢管蚜表现出理想的室内活性和田间防效,同时其对莲藕的安全性也很高。吡蚜酮是瑞士汽巴嘉基公司(现为先正达公司)于 1988 年研发的新型吡啶甲亚胺类杀虫剂,其作用方式独特,不同于烟碱类杀虫剂,使害虫产生口针阻塞效应,最终饥饿致死^[7-9]。因而在与吡虫啉和啉虫脒的比较中,吡蚜酮室内活性相对表现较慢,72 h 室内活性显著低于两种烟碱类杀虫剂。但在田间药后 7 d,吡蚜酮对莲缢管蚜的防效与吡虫啉和啉虫脒相比差异不显著。

安全性试验表明,田间使用剂量下,吡蚜酮、吡虫啉和啉虫脒对莲藕种子发芽和苗生长均没有显著影响,在莲叶和莲子中的残留期短,对环境安全。

综合考虑药剂毒力、田间防效、作物安全性和残留试验结果,吡蚜酮、吡虫啉和啉虫脒这 3 种药剂均适合用于防治莲藕莲缢管蚜。

参考文献

[1] 杨文成,杨红. 莲缢管蚜及其综合治理[J]. 中国农资, 2001 (1):23-24.
[2] 江扬先,严龙. 莲缢管蚜的为害特点及综合防治[J]. 科学种养, 2009(2):30-31.
[3] 陈琪,马力,朱捷,等. 莲缢管蚜生物学特性及防治研究概况[J]. 长江蔬菜, 2013 (18):116-118.
[4] 江晴. 3 种农药防治莲缢管蚜的效果比较[J]. 福建农业科技, 2014(8):10-12.
[5] 王银淑,魏云亭. 吡虫啉防治蚜虫药效试验研究[J]. 天津农业科学, 1998 (4):18-20.
[6] 姜卫华,马式廉,陆自强,等. 啉虫脒、吡虫啉对麦蚜生物活性及药效的比较[J]. 植物保护, 1999, 25(6):42-43.
[7] 何月平,陈利,陈建明,等. 吡蚜酮对水稻褐飞虱取食行为的影响[J]. 中国水稻科学, 2010, 24(6):635-640.
[8] 何茂华,罗万春,慕立义. 防治蚜虫、白粉虱的新颖杀虫剂——吡蚜酮(pymetrozine)[J]. 世界农药, 2002, 24(2):46-47.
[9] 朱龙粉,荆卫锋,傅华欣,等. 新型高效药剂吡蚜酮防治褐飞虱试验初报[J]. 现代农药, 2007, 6(2):52-53.

(责任编辑:田 喆)