

文章编号: 1674-7054(2019)03-0283-05

稻田常用农药对螟黄赤眼蜂的影响

张唯伟¹, 董 怡¹, 张传清¹, 朱国念², 刘亚慧¹

(1. 浙江农林大学 农业与食品科学学院, 杭州 311300;

2. 浙江大学 农药与环境毒理研究所, 杭州 310029)

摘 要: 分别利用药膜法和浸渍法测定了氯虫苯甲酰胺、甲氨基阿维菌素、戊唑醇、烯啶虫胺、亮氨酸、噻虫嗪、溴氰虫酰胺、苏云金杆菌对螟黄赤眼蜂(*Trichogramma chilonis*)的影响。结果表明: 在田间推荐使用的浓度下, 甲氨基阿维菌素、戊唑醇、噻虫嗪、溴氰虫酰胺对螟黄赤眼蜂的毒性较强, 接触6 h后的死亡率均超过96%。而氯虫苯甲酰胺处理6 h后的死亡率小于20%, 与丙酮对照无显著差异。10种药剂处理后, 以氯虫苯甲酰胺处理的羽化率最高, 与对照不存在显著性差异, 平均存活率为87.13%; 其次是苏云金杆菌, 处理浓度为25和33.33 mg·L⁻¹时, 平均羽化率分别为81.55%和80.17%。亮氨酸抑制剂与烯啶虫胺作用效果相似, 平均羽化率分别为25.27%和26.60%; 而戊唑醇、噻虫嗪、溴氰虫酰胺及阿维菌素处理螟黄赤眼蜂卵、幼虫和蛹均显著影响蜂的发育, 其中, 阿维菌素副作用最大, 平均存活率仅为7.11% (卵: F_{10,44} = 248.16, P < 0.01; 幼虫: F_{10,44} = 232.83, P < 0.01; 预蛹 F_{10,44} = 468.25, P < 0.01; 蛹: F_{10,44} = 663.71, P < 0.01)。

关键词: 螟黄赤眼蜂; 毒力测定; 安全性评价

中图分类号: S 476.3

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rds wxb.2019.03.015

水稻作为我国第一大农作物, 其播种面积、单产及总产均居粮食作物首位。水稻病虫害的发生率正逐渐提高, 严重影响稻米产量及质量, 成为当下水稻高产、优产、稳定发展的主要限制因素之一。当前主要的水稻病害有稻纹枯病、稻曲病等, 主要的虫害有水稻螟虫、稻飞虱等。氯虫苯甲酰胺、烯啶虫胺、噻虫嗪、溴氰虫酰胺是当前水稻虫害防治的主要化学杀虫剂, 杀菌剂戊唑醇是目前水稻病害防治上应用的主要药剂品种之一。甲氨基阿维菌素、苏云金杆菌是目前主要的生物杀虫剂。亮氨酸是本课题组开发的新型生物制剂。螟黄赤眼蜂(*Trichogramma chilonis*) 是水稻鳞翅目卵期的一种寄生性天敌, 对水稻鳞翅目害虫具有较好的防控效果^[1-2]。为了全面评价上述农药对稻田天敌的安全性, 笔者选择了螟黄赤眼蜂作为实验对象, 研究上述药剂对其影响, 旨在为科学使用农药、充分保护天敌赤眼蜂及综合防治水稻病虫害提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫 赤眼蜂为螟黄赤眼蜂 *Trichogramma chilonis*(Ishii), 购自北京中科白云绿色生物技术研发生产基地, 用米蛾 *Corcyra cephalonica*(Stainton) 卵进行繁殖, 在温度(26 ± 1) °C、湿度60% ~ 80%的条件下培养。

1.2 供试药剂 本试验所用药剂均由浙江大学农药与环境毒理研究所提供, 其中氯虫苯甲酰胺、烯啶虫胺、噻虫嗪、溴氰虫酰胺为目前水稻虫害防治上推荐使用的高效化学杀虫剂; 戊唑醇为水稻病害高效杀菌剂; 甲氨基阿维菌素、亮氨酸和苏云金杆菌为目前较高效的生物杀虫剂(表1)。

收稿日期: 2019-07-05

基金项目: 浙江省重点研发项目“水稻重大病虫害绿色防控与减药增绿关键技术的研究与应用”(2015C02019); “水稻重要病害绿色安全防控技术研发”(2019C02010)

作者简介: 张唯伟(1994-), 女, 浙江农林大学2016级研究生. E-mail: 476569486@qq.com

通信作者: 刘亚慧(1979-), 女, 副教授, 硕士生导师. 研究方向: 昆虫生物防治. E-mail: 179050215@qq.c. om

表 1 供试药剂
Tab. 1 Insecticides listed for test

药剂名称 Pesticides	田间制剂用量 Preparation Dosage	处理浓度 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration
氯虫苯甲酰胺	$200 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 悬浮剂 SC, $75 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$	33.33
甲氨基阿维菌素	2.2% 微乳剂 ME, $600 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$	29.33
戊唑醇	21.5% 油悬浮剂 OD, $450 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$	215.00
烯啶虫胺	10% 水剂 AS, $900 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$	200.00
亮氨酸	1% 水剂 AS, $12000 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$	266.67
噻虫嗪	21% 悬浮剂 SC, $255 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$	119.00
溴氰虫酰胺①	10% 油悬浮剂 OD, $300 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$	66.67
溴氰虫酰胺②	10% 油悬浮剂 OD, $390 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$	86.67
苏云金杆菌①	$32000 \text{ IU} \cdot \text{mg}^{-1}$ 可湿性粉剂 WP, $1125 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$	25.00
苏云金杆菌②	$32000 \text{ IU} \cdot \text{mg}^{-1}$ 可湿性粉剂 WP, $1150 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$	33.33
丙酮 CK		-

注: ①, ② 表示同种药剂的不同田间推荐浓度, ①代表低浓度, ②代表高浓度

Note: ①, ② indicate recommended concentrations of the same pesticide in different fields; ① means low concentration and ② high concentration

1.3 对螟黄赤眼蜂成蜂毒性测定——药膜法 本实验参照国家环境保护局颁布的《化学农药环境安全评价试验准则》^[3], 采用管测药膜法, 配制不同药剂的田间推荐浓度作为处理, 以丙酮处理为空白对照。分别在指形管(直径 1.5 cm, 高 10 cm) 中加入 0.5 mL 配制好的药液, 对照管中加入 0.5 mL 丙酮, 然后滚动指形管至管内药液完全蒸发。每支指形管接入大约 50 头 12 h 内羽化的螟黄赤眼蜂成蜂, 用黑布封口后置于相对湿度为 $(70 \pm 10)\%$, 温度为 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$, 光周期 14 L: 10 D 的人工气候箱中, 每个处理重复 5 次。6 h 后记录存活及死亡蜂数(用昆虫针轻触不动为死亡蜂), 计算存活率(%)。

1.4 对螟黄赤眼蜂各虫态毒性测定——浸渍法 将卵卡(1 cm × 0.5 cm, 每张卵卡约 100 粒米蛾卵) 放入宽 16 cm × 长 28 cm × 高 9 cm 的塑料盒内, 以 1:10 的蜂卵比接入 12 h 内羽化的螟黄赤眼蜂成蜂, 让其自由交配、充分寄生, 8 h 后移除成蜂(寄生率大约为 80%)。分别于寄生后 8 h(卵期)、48 h(幼虫期)、92 h(预蛹期)、144 h(蛹期) 取出蜂卡, 在配制好的田间推荐使用浓度的药液中浸渍 5 s, 取出晾干后装入指形管中, 并置于相对湿度为 $70\% \pm 10\%$, 温度为 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$, 光周期 14 L: 10 D 的人工气候箱中至成蜂羽化完毕。羽化后, 在解剖镜下检查成蜂的羽化数、被寄生的黑卵数并计算羽化率[羽化率 = (成蜂羽化数/黑卵数) × 100%]。以丙酮作对照, 每个处理重复 5 次。

1.5 数据分析与统计 所有试验数据均采用 SPSS 16.0 统计软件进行处理, 对不同处理间的存活率及羽化率进行方差分析, 并采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对螟黄赤眼蜂成蜂的急性毒性 从图 1 可知, 不同药剂处理螟黄赤眼蜂成蜂的存活率存在显著差异($F_{4,10} = 174.90, P < 0.01$), 甲氨基阿维菌素、戊唑醇、噻虫嗪和溴氰虫酰胺在田间使用质量浓度下对螟黄赤眼蜂产生的毒性较强, 成蜂接触药剂 6 h 后的死亡率均超过 96%。在田间推荐浓度范围内, 当苏云金杆菌的浓度为 $25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 螟黄赤眼蜂接触 6 h 后的死亡率为 24%; 浓度为 $33.33 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 成蜂的死亡率为 25.20%, 两者间无显著性差异。田间使用质量浓度下的亮氨酸与烯啶虫胺对螟黄赤眼蜂成蜂影响差异不显著, 死亡率分别为 74.80%, 78.40%。而氯虫苯甲酰胺对成蜂基本没有影响, 6 h 后的死亡率小于 20%, 与丙酮对照无显著差异。

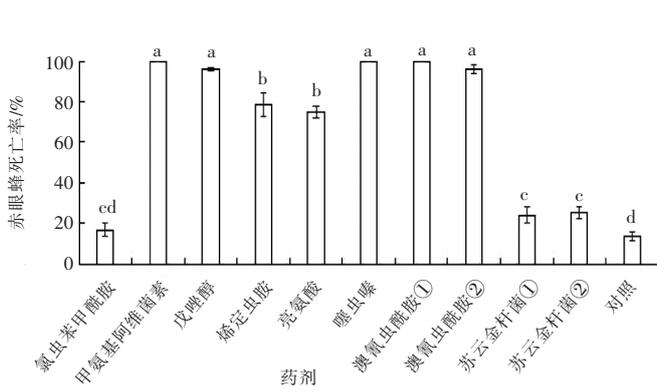


图 1 不同药剂在田间推荐使用浓度下螟黄赤眼蜂成蜂的死亡率

Fig. 1 Mortality of *Trichogramma chilonis* adults after treatment with different insecticides

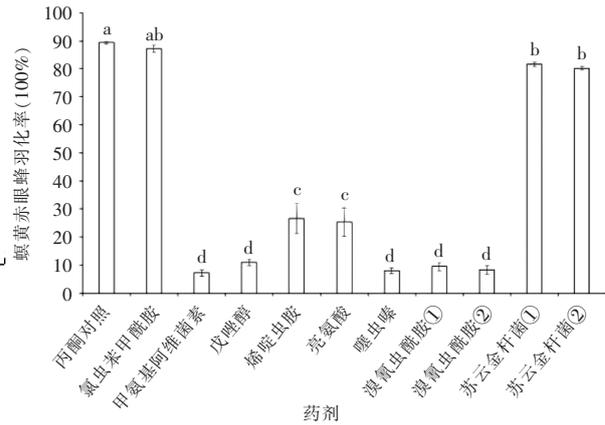


图 2 不同药剂在田间推荐使用浓度下螟黄赤眼蜂的羽化率

Fig. 2 Emergence rate of *Trichogramma chilonis* after treatment with different insecticides

2.2 不同药剂对各虫态对成蜂羽化的影响 在田间推荐使用质量浓度下,不同药剂处理螟黄赤眼蜂的各发育虫态,其羽化率存在明显差异(表 2)。氯虫苯甲酰胺和 $33.33 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的苏云金杆菌处理卵期螟黄赤眼蜂时,其羽化率最高,分别为 89.87% ,81.85% ,与丙酮对照无显著差异;而甲氨基阿维菌素、戊唑醇、噻虫嗪和溴氰虫酰胺显著影响螟黄赤眼蜂的生长发育,尤其是甲氨基阿维菌素,其处理成蜂的羽化率仅为 8.64%。在幼虫、预蛹、蛹期进行药剂处理时,发现氯虫苯甲酰胺的羽化率最高,且与对照无显著差异,平均羽化率分别为 88.12% ,86.55% ,83.96%;而甲氨基阿维菌素、戊唑醇、噻虫嗪和溴氰虫酰胺对螟黄赤眼蜂的毒害作用很大,其中甲氨基阿维菌素最为严重。此外,还发现药剂处理卵期时,相较于其他各发育阶段,其羽化率是最高的,其次是幼虫期、预蛹期,而药剂对蛹期的副作用最明显。

表 2 药剂处理对螟黄赤眼蜂不同发育阶段羽化率的影响

Tab. 2 Emergence rate of *Trichogramma chilonis* treated with pesticides at four preimaginal developmental stages

药剂处理 Insecticide	不同发育阶段的羽化率/% Emergence rate at different developmental stages			
	卵 Egg	幼虫 Larva	预蛹 Prepupa	蛹 Pupa
氯虫苯甲酰胺	89.87 ± 1.69a	88.12 ± 2.22 ab	86.55 ± 3.24a	83.96 ± 2.46a
甲氨基阿维菌素	8.64 ± 1.07d	8.26 ± 1.23e	7.53 ± 1.22d	3.99 ± 0.61d
戊唑醇	13.01 ± 2.03d	11.63 ± 1.92e	11.24 ± 1.28d	7.68 ± 0.99d
烯啶虫胺	40.36 ± 2.63c	29.57 ± 4.72d	16.35 ± 1.84c	20.10 ± 1.60c
亮氨酸	36.88 ± 4.81c	30.73 ± 3.72d	17.27 ± 1.68c	16.21 ± 1.59c
噻虫嗪	9.84 ± 1.23d	8.95 ± 0.79e	7.57 ± 0.78d	5.23 ± 0.61d
溴氰虫酰胺①	11.33 ± 2.34d	11.31 ± 1.57e	9.58 ± 1.68d	5.31 ± 1.01d
溴氰虫酰胺②	11.49 ± 1.45d	9.24 ± 1.96e	7.94 ± 0.71d	4.15 ± 0.95d
苏云金杆菌①	83.32 ± 1.98 ab	82.25 ± 1.84 bc	80.93 ± 2.05b	79.68 ± 2.08b
苏云金杆菌②	81.85 ± 2.14b	80.89 ± 1.75c	80.51 ± 1.82b	77.42 ± 1.62b
对照	90.06 ± 0.87a	89.64 ± 1.27a	89.45 ± 1.12a	87.96 ± 1.18a

注: 试验结果采用横向比较并进行单因素方差分析,图中数据为平均值 ± 标准误;表中不同小写字母表示在 5% 水平上处理与对照之间差异显著(LSD Duncan)。①,②代表同种药剂的不同田间推荐浓度

Note: The test results were compared horizontally and analyzed by one-way ANOVA. The data in the figure were mean ± standard error; the different lowercase letters in the table indicated that the difference between treatment and control at the 5% level was significant (LSD Duncan). ①, ② represent recommended concentrations of the same insecticide in different fields

总体来看,10种药剂处理处于卵、幼虫、预蛹和蛹期螟黄赤眼蜂的米蛾卵后,表现出相同的作用趋势,即以氯虫苯甲酰胺处理的羽化率最高,与对照不存在显著性差异,平均存活率为87.13%;其次是苏云金杆菌,用量 $25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,平均羽化率为81.55%,使用 $33.33\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,平均羽化率为80.17%,两者无明显差异。亮氨酸抑制剂与烯啶虫胺作用效果相似,平均羽化率分别为25.27%,26.60%;而戊唑醇、噻虫啉、溴氰虫酰胺及阿维菌素处理螟黄赤眼蜂卵、幼虫和蛹均会显著影响蜂的发育,其中阿维菌素副作用最大,平均存活率仅为7.11%(卵: $F_{10,44} = 248.16, P < 0.01$; 幼虫: $F_{10,44} = 232.83, P < 0.01$; 预蛹 $F_{10,44} = 468.25, P < 0.01$; 蛹: $F_{10,44} = 663.71, P < 0.01$)。

2.3 不同药剂对螟黄赤眼蜂羽化率的影响 实验结果表明,10种药剂均会对螟黄赤眼蜂的羽化率产生影响(图2)。其中,经氯虫苯甲酰胺处理后其羽化率最高,且与对照无明显差异,平均羽化率为87.13%;其次是苏云金杆菌,当浓度为25,33.33 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,成蜂平均羽化率分别为81.55%,80.17%,两者差异不明显。亮氨酸抑制剂与烯啶虫胺作用效果相似,平均羽化率分别为25.27%,26.60%;而戊唑醇、噻虫啉、溴氰虫酰胺及甲氨基阿维菌素处理螟黄赤眼蜂均显著影响蜂的发育,其中,甲氨基阿维菌素的毒性作用最大,平均存活率仅为7.11%(卵: $F_{10,44} = 248.16, P < 0.01$; 幼虫: $F_{10,44} = 232.83, P < 0.01$; 预蛹 $F_{10,44} = 468.25, P < 0.01$; 蛹: $F_{10,44} = 663.71, P < 0.01$)。

3 讨论

氯虫苯甲酰胺为近年来研发较为成功的一种新型双酰胺类杀虫剂,属于微毒级农药,被誉为“原生态”杀虫剂^[4]。本试验结果显示:当使用田间推荐剂量时,螟黄赤眼蜂成蜂在接触氯虫苯甲酰胺6h后的存活率为83.20%,处理后各虫态平均羽化率达87.13%,均与对照无明显差异,与张俊杰^[4]报道的氯虫苯甲酰胺对螟黄赤眼蜂毒性风险较低的结果一致。生物源农药苏云金杆菌的特点是选择性强、安全低残留。本研究结果表明:田间推荐质量浓度下,螟黄赤眼蜂成蜂在接触苏云金杆菌6h后的存活率达70%以上,处理后各虫态平均羽化率约为80%,毒性风险低,仅次于氯虫苯甲酰胺。王德森等人研究发现,苏云金杆菌对卷蛾分索赤眼蜂成蜂及各发育虫态均较安全。Takad等的研究也表明,苏云金杆菌处理寄主卵对松毛虫赤眼蜂的羽化没有显著影响^[5-6]。因此,在放蜂期防治水稻病虫害时,选用氯虫苯甲酰胺及苏云金杆菌比较安全。

阿维菌素是一种大环内酯类杀虫剂,具有高效、广谱等特点,对多种水稻害虫表现出较高的活性^[7]。本研究表明:在田间推荐使用质量浓度下,接触阿维菌素6h后的螟黄赤眼蜂成蜂均全部死亡,且各卵内寄生虫态的平均羽化率仅为7.11%,对螟黄赤眼蜂表现出极高的风险。其他研究也表明该种药剂对一些蜂种如玉米螟赤眼蜂、稻螟赤眼蜂、广赤眼蜂以及意大利蜜蜂等均具有较高的毒性风险^[8-10]。新型烟碱类杀虫剂噻虫啉和烯啶虫胺常用于防治稻飞虱,与常规农药相比,活性高,毒性低,可替代高毒有机磷类农药。但在本试验中,噻虫啉和烯啶虫胺对螟黄赤眼蜂的毒性极大,属高风险性。类似的结果也出现在这两种药剂对稻螟赤眼蜂、广赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂等赤眼蜂的安全性评价中^[11]。在田间推荐质量浓度下,戊唑醇和亮氨酸对螟黄赤眼蜂成蜂均属较高风险性,宋光林等^[12]进行的戊唑醇对玉米螟赤眼蜂成蜂的毒性测定也佐证了这一点。就农药对赤眼蜂生长发育的影响而言,戊唑醇及亮氨酸处理各虫态赤眼蜂均导致成蜂羽化率显著降低。

综上所述,药剂对螟黄赤眼蜂成蜂的毒性评价及田间推荐使用剂量对螟黄赤眼蜂各发育阶段影响的研究结果,在实施释放赤眼蜂的害虫综合治理方案中,应谨慎选用一些杀虫剂,如烯啶虫胺、亮氨酸,同时尽量避免使用阿维菌素、噻虫啉、戊唑醇及溴氰虫酰胺。氯虫苯甲酰胺及苏云金杆菌对螟黄赤眼蜂毒性风险低,与赤眼蜂具有较好的相容性,在害虫综合治理中可以推广使用。

参考文献:

- [1] 向玉勇,张帆. 赤眼蜂在我国生物防治中的应用研究进展[J]. 河南农业科学, 2011, 40(12): 20-24.
- [2] LALITHA Y, VENKATESAN T, JALALI S K. Biological Control of Insect Pests Using Egg Parasitoids [M]. Newark: Springer India, 2013: 127-173.
- [3] 南京环境科学研究所. 化学农药环境安全评价试验准则[M]. 北京: 国家环境保护局, 1989.

- [4] 张俊杰, 杜文梅, 臧连生, 等. 氯虫苯甲酰胺对螟黄赤眼蜂和玉米螟赤眼蜂的毒力作用及寄生能力的影响[J]. 农药, 2014, 53(8): 579–583.
- [5] 王德森, 潘飞, 何余容, 等. 11种不同类型杀虫剂对卷蛾分索赤眼蜂繁殖的亚致死效应[J]. 昆虫学报, 2011, 54(1): 56–63.
- [6] TAKADA Y, KAWAMURA S, TANAKA T. Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 2001, 94(6): 1340–1343.
- [7] 陈芝, 宋渊, 文莹, 等. 阿维菌素的生物合成研究进展与展望[J]. 自然科学进展, 2007, 17(3): 290–296.
- [8] KAKAKHEL S A, HASSAN S A. The side-effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: *Trichogramma tidae*), an egg parasite [J]. Pakistan Journal of Biological Sciences, 2000, 3(6): 1011–1013.
- [9] 何伟志, 蒋红云, 张燕宁, 等. 甲基阿维菌素苯甲酸盐及混配制剂对意大利蜜蜂的安全性评价[J]. 中国蜂业, 2012, 63(24).
- [10] 朱九生, 连梅力, 王静, 等. 阿维菌素对广赤眼蜂(*Trichogramma evanescens*)不同发育阶段的毒性和实验种群动态的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4738–4744.
- [11] 王彦华, 俞瑞鲜, 赵学平, 等. 新烟碱类和大环内酯类杀虫剂对四种赤眼蜂成蜂急性毒性和安全性评价[J]. 昆虫学报, 2012, 55(1): 36–45.
- [12] 宋光林, 廖朝选, 黄玉贵, 等. 戊唑醇对天敌赤眼蜂急性毒性评价[J]. 贵州科学, 2014, 32(1): 85–87.

Effects of Common Insecticides on *Trichogramma chilonis* in Paddy Fields

ZHANG Weiwei¹, DONG Yi¹, ZHANG Chuanqing¹, ZHU Guoxian², LIU Yahui¹

(1. School of Agricultural and Food Sciences, Zhejiang University of Agriculture and Forestry, Hangzhou, Zhejiang 311300.

2. Institute of Pesticides and Environmental Toxicology, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310029, China)

Abstract: Common insecticides, Chlorantraniliprole, Emamectin, Tebuconazole, Nitenpyram, Leucine, Thiamethoxam, Cyantraniliprole and *Bacillus thuringiensis* were used to determine their effect on an egg parasitoid *Trichogramma* wasp (*Trichogramma chilonis*) by using insecticide-membrane method and dipping method, respectively. The results showed that Emamectin, Tebuconazole, Thiamethoxam and Cyantraniliprole were more toxic to *Trichogramma* wasps at the recommended concentrations in the field, with the mortality rate of the *Trichogramma* wasps being more than 96% after 6 h exposure. After 6 h exposure the Chlorantraniliprole treatment had a mortality rate of less than 20%, which was not significantly different from that of the acetone treatment (control). All the 10 insecticide treatments showed effects on emergence rate of the *Trichogramma* wasps, of which the Chlorantraniliprole treatment had the highest emergence rate, which was not significantly different from the control, and its average survival rate was 87.13%, followed by the *Bacillus thuringiensis* treatment which had average emergence rates of 81.55% and 80.17%, respectively, when treated at respective concentrations of 25 mg · L⁻¹ and 33.33 mg · L⁻¹. The Leucine treatment and the Nitenpyram treatment gave similar effect on the emergence of the *Trichogramma* wasps, and had average emergence rates of 25.27% and 26.60%, respectively. However, the Tebuconazole, Thiamethoxam, Cyantraniliprole and Emamectin treatments significantly affected the development of eggs, larvae and pupae of the *Trichogramma* wasps, of which the Emamectin treatment had the highest side effect on the *Trichogramma* wasps and had an average survival rate of only 7.11% (egg: F10, 44 × 248.16, $P < 0.01$; pre-pupae: F10, 44 ≤ 468.25, $P < 0.01$; pupae: F10, 44 ± 663.71, $P < 0.01$).

Keywords: *Trichogramma chilonis*; toxicity test; safety evaluation

(责任编辑: 潘学峰)