

DOI: 10.7524/AJE.1673 - 5897.20120904002

许迪, 潘竟林, 刘万强, 等. 多杀菌素、阿维菌素乳油和高效氯氰菊酯 3 种农药对环境生物的安全性评价[J]. 生态毒理学报, 2013, 8(6): 897-902

Xu D, Pan J L, Liu W Q, et al. Safety evaluation of spinosad SC, abamectin EC and beta - cypermethrin EW pesticides to environmental organisms [J]. Asian Journal of Ecotoxicology, 2013, 8(6): 897-902 (in Chinese)

## 多杀菌素、阿维菌素乳油和高效氯氰菊酯 3 种农药对环境生物的安全性评价

许迪, 潘竟林, 刘万强, 姜福平, 董俊霞, 王会利\*

中国科学院生态环境研究中心 环境生物技术重点实验室 北京 100085

**摘要:** 防治同一类病虫害的农药种类很多, 在保证药效的前提下, 选择对施药环境中其他生物安全的农药是非常必要的。通过毒性试验, 比较了 25 g·L<sup>-1</sup> 多杀菌素悬浮剂、1.8% 阿维菌素乳油和 4.5% 高效氯氰菊酯水乳剂对环境生物蜜蜂、家蚕、赤眼蜂、大型溞和斑马鱼的风险。结果表明 25 g·L<sup>-1</sup> 多杀菌素悬浮剂对蜜蜂为高毒, 对家蚕为剧毒, 对赤眼蜂为高风险, 对斑马鱼和大型溞为低毒; 1.8% 阿维菌素乳油对蜜蜂为高毒, 对家蚕为剧毒, 对赤眼蜂为高风险, 对斑马鱼和大型溞为剧毒; 4.5% 高效氯氰菊酯水乳剂对蜜蜂为高毒, 对家蚕为剧毒, 对赤眼蜂为高风险, 对斑马鱼和大型溞为剧毒。3 种农药对家蚕、蜜蜂、赤眼蜂均为高风险, 但与阿维菌素和高效氯氰菊酯相比多杀菌素对水生生物更安全。

**关键词:** 多杀菌素; 环境生物; 安全性评价

文章编号: 1673-5897(2013)6-897-06 中图分类号: X171.5 文献标识码: A

## Safety Evaluation of Spinosad SC, Abamectin EC and Beta-cypermethrin EW Pesticides to Environmental Organisms

Xu Di, Pan Jinglin, Liu Wanqiang, Jiang Fuping, Dong Junxia, Wang Huili\*

Research center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Key Laboratory of Environmental Biological Technology, Beijing 100085, China

**Received** 4 September 2012 **accepted** 22 October 2012

**Abstract:** There are many kinds of pesticides which are used to treat the same kind of diseases and pests. Under the premise of guaranteeing the effect, choosing pesticides which are safe to other organisms in the applied environment is equally necessary. Risks of 25 g·L<sup>-1</sup> spinosad SC, 1.8% abamectin EC and 4.5% beta-cypermethrin EW on environmental organisms as bee, silkworm, trichogramma, Daphnia magna and zebrafish were compared through the toxicity test. The results showed that the toxicity of 25 g·L<sup>-1</sup> spinosad SC to bee and trichogramma was high, and to silkworm was very high, while to Daphnia magna and zebrafish was low. The toxicity of 1.8% abamectin EC to bee and trichogramma was high, and to silkworm, Daphnia magna and zebrafish was very high. The toxicity of 4.5% beta-cypermethrin EW to bee and trichogramma was high, and to silkworm, Daphnia magna and zebrafish was very high. To the aquatic organisms, Spinosad was more safe than abamectin and beta-cypermethrin. The risks of 3 pesticides to bee,

收稿日期: 2012-09-04 录用日期: 2012-10-22

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-EW-G-6)

作者简介: 许迪(1980-) 男 学士 研究方向: 生态毒理学; E-mail: xudi1980@163.com;

\* 通讯作者(Corresponding author) E-mail: huiliwang@rcees.ac.cn

silkworm and trichogramma were high, while compared with abamectin and beta-cypermethrin, spinosad was safe to the aquatic organisms.

**Keywords:** spinosad; environmental organisms; safety evaluation

多杀菌素是美国陶氏益农公司(Dow Agro-Sciences Ltd.)开发的新型生物农药,对多种重要害虫有较高毒力活性,尤其对鳞翅目和双翅目害虫有特效,且作用方式独特<sup>[1]</sup>,与很多农药无交互抗性<sup>[2-3]</sup>。另外,多杀菌素自然分解快、残留低,对哺乳动物及水生生物毒性低<sup>[4-5]</sup>,对部分昆虫天敌如:瓢虫、中华草蛉安全<sup>[7-8]</sup>,拥有广阔的开发及应用前景。

但是,也有研究表明多杀菌素对某些非靶标生物存在一定的风险,尤其是寄生蜂等有益昆虫<sup>[6,9]</sup>。本文依据 OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 化学品测试准则及国家环境保护局《化学农药环境安全评价试验准则》<sup>[10-11]</sup>,评价了多杀菌素对蜜蜂、家蚕、赤眼蜂、大型溞和斑马鱼 5 种环境生物的安全性,同时评价了两种常用鳞翅目害虫杀虫剂,大环内酯类农药阿维菌素和拟除虫菊酯类农药高效氯氰菊酯作为参考。通过比较多杀菌素、阿维菌素和高效氯氰菊酯对环境生物的风险差异,分析多杀菌素作为防治鳞翅目害虫优先选择农药的可行性。

## 1 材料和方法 (Materials and methods)

### 1.1 仪器

人工气候室(北京中宝元实验室设备有限责任公司)、人工气候培养箱 BRX(宁波江南仪器厂)、电子天平 BSA124S-CW(德国 Sartorius 集团)、水质参数测定仪 HACH HQ40d(美国 HACH 公司)、试验蜂笼:长、宽、高分别为 14.4 cm × 10.5 cm × 12.4 cm(自制)。

### 1.2 供试药品和试剂

25 g·L<sup>-1</sup>多杀菌素悬浮剂(美国陶氏益农公司)、1.8%阿维菌素乳油(广西安泰化工有限公司)和 4.5%高效氯氰菊酯水乳剂(江西新兴农药有限公司)、丙酮 ≥ 99.5%(国药集团化学试剂有限公司)。

### 1.3 供试生物

#### 1.3.1 意大利工蜂(*Apis mellifera* L.)

意大利成年工蜂由中国农业科学院蜜蜂研究所提供,试验前在人工气候室内饲养观察 24 h,饲养条件为:温度 25 ± 1℃;相对湿度 60% ~ 70%;微光。试验时选用大小一致、健康、活泼的工蜂,试验前饥饿 2 h。

#### 1.3.2 家蚕(*Bombyx mori* L.)

选用家蚕品种为秋丰 × 白玉,由杭州余杭天宝蚕种有限公司提供。家蚕预培养在人工气候培养箱中进行。温度 25 ± 1℃;湿度 70% ~ 80%;光周期 L/D = 10 h/14 h;培育至 2 龄起。

#### 1.3.3 玉米螟赤眼蜂(*Trichogramma ostriniae*)

2011 年 7 月购于河北衡水田益生防有限公司,在本实验室以麦蛾(*Sitotroga cerealella*)卵为寄主进行连续繁殖至今。温度 25 ± 1℃;相对湿度 70% ~ 80%;光周期 L/D = 14 h/10 h。试验用蜂为 24 h 内羽化的成蜂。

#### 1.3.4 斑马鱼(*Brachydonio rerio*)

试验用鱼为斑马鱼,购自北京中蔬大森林花卉交易市场,体长 2.21 ± 0.21 cm。购回后驯养 7 d,水温 22 ~ 25℃;每天喂食 2 次刚孵化的丰年虫幼体,试验前 24 h 停止喂食。

#### 1.3.5 大型溞(*Daphnia magna* Straus)

大型溞由中国科学院水生生物所提供,实验室自行保种繁育,每日喂食 1 次绿藻。水温 20 ± 1℃;湿度 70% ~ 80%;溶解氧:4.0 mg·L<sup>-1</sup>以上。试验用溞为同一母体孤雌繁殖 3 代以上,出生时间为 6 ~ 24 h 健康的幼溞。

## 1.4 试验方法

### 1.4.1 蜜蜂摄入毒性试验

试验在人工气候室内进行,温度为 25 ± 1℃,相对湿度 60% ~ 70%,微光。将配制的农药溶液和蔗糖水按体积比 1:1 混合,得到系列处理浓度染毒蔗糖水溶液,并设一个空白对照,各处理浓度及空白对照均设 3 个重复。用 CO<sub>2</sub> 麻醉蜜蜂后转移至试验蜂笼,每笼 20 只。用移液器吸取 10 mL 含药糖水注入装有脱脂棉的 10 mL 烧杯中,杯口向下倒置于试验蜂笼纱网上,48 h 内观察记录蜜蜂中毒及死亡情况。

### 1.4.2 家蚕毒性试验

试验在人工气候室内进行,温度 25 ± 1℃;相对湿度 70% ~ 80%。将配制好的农药溶液倒入相应已标记的 100 mL 烧杯中,将干净的桑叶依次浸入各浓度供试药液中,完全浸渍 10 s 后取出挂在晾桑架上自然晾干,各处理浓度及空白对照均设 3 个重复。

桑叶晾干后,将其放入相应标记并垫有滤纸片的12 cm培养皿中,每个培养皿接入20头2龄起蚕,任其自由取食。96 h内观察受试家蚕生长状况和中毒症状,统计死亡数。

#### 1.4.3 赤眼蜂接触毒性试验

试验在人工气候培养箱内进行,温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;相对湿度70%~80%;光周期L/D=14 h/10 h。移取1.0 mL供试物溶液于内壁面积为 $36.6 \text{ cm}^2$ 指形管中,充分滚吸均匀,待供试物溶液完全挥发即为相应浓度的药膜管。各处理浓度及空白对照均设3个重复。然后利用赤眼蜂成蜂的趋光性将(100±10)头成蜂引入到药膜管中,1 h后转移到无药试管中。用黑棉布封口后,放入人工气候培养箱中培养。期间喂以10%蜂蜜水。药后24 h内观察受试赤眼蜂生长和中毒状况,统计死亡数和死亡率。

#### 1.4.4 斑马鱼毒性试验

试验用水是经活性炭处理、曝气去氯72 h以上的自来水。水质硬度在 $180 \sim 270 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间(以 $\text{CaCO}_3$ 计),pH在7.2~8.5之间,溶解氧保持在 $6.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上,水温 $22 \sim 25^\circ\text{C}$ 。用除氯、曝气自来水配制染毒药液,量取2 L药液倒入鱼缸,采用“半静态法”每隔24 h更换1次药液。各处理浓度及空白对照均设3个重复,每个重复10尾斑马鱼。96 h内观察并记录受试鱼中毒症状及死亡率。及时清除死鱼。

#### 1.4.5 大型溞毒性试验

采用ISO推荐的重组水,具体配方为: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $0.294 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   $0.123 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{NaHCO}_3$   $0.065 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{KCl}$   $0.006 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ , pH  $7.8 \pm 0.2$ 。用重组水配制染毒药液,以重组水作为空白对照。对照组和处理组均设4个重复。分别量取50.0 mL重组水或药液到100 mL烧杯内,每个烧杯中加入5头幼溞,

24 h时换一次药液。48 h内观察大型溞出现运动抑制症状并作记录,试验期间不喂食。

#### 1.5 数据处理

采用SPSS 13.0数据处理软件中的概率单位回归模块(Regression-probit)处理数据,计算毒力回归方程、半数效应浓度( $\text{LC}_{50}$ 、 $\text{LR}_{50}$ 、 $\text{EC}_{50}$ )及其95%置信限。

$$\text{安全系数(Safety factor)} = \frac{\text{LR}_{50}}{\text{推荐施用浓度(Recommended application rates)}}$$

## 2 结果(Results)

### 2.1 杀虫剂对蜜蜂摄入毒性试验结果及安全评价

3种农药对蜜蜂摄入毒性试验结果如表1所示。《化学农药安全评价实验准则》中农药对蜜蜂的摄入毒性划分为4个等级:48 h- $\text{LC}_{50} \leq 0.500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为剧毒, $0.500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 48 \text{ h-}\text{LC}_{50} \leq 20.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为高毒, $20.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 48 \text{ h-}\text{LC}_{50} \leq 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为中等毒性, $48 \text{ h-}\text{LC}_{50} > 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为低毒。 $25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 多杀菌素悬浮剂48 h- $\text{LC}_{50}$ 为: $8.412 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 属高毒,1.8%阿维菌素乳油48 h- $\text{LC}_{50}$ 为: $0.832 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 属高毒,4.5%高效氯氰菊酯水乳剂48 h- $\text{LC}_{50}$ 为: $1.471 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 属高毒。

### 2.2 杀虫剂对家蚕摄入毒性试验结果及安全评价

3种农药对家蚕摄入毒性试验结果如表2所示。《化学农药安全评价实验准则》中农药对家蚕的摄入毒性划分为4个等级:96 h- $\text{LC}_{50} \leq 0.500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为剧毒, $0.500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 96 \text{ h-}\text{LC}_{50} \leq 20.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为高毒, $20.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 96 \text{ h-}\text{LC}_{50} \leq 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为中等毒性, $96 \text{ h-}\text{LC}_{50} > 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为低毒。 $25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 多杀菌素悬浮剂96 h- $\text{LC}_{50}$ 为: $0.019 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 属剧毒,1.8%阿维菌素乳油96 h- $\text{LC}_{50}$ 为: $0.009 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 属剧毒,4.5%高效氯氰菊酯水乳剂96 h- $\text{LC}_{50}$ 为: $0.048 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 属剧毒。

表1 3种农药对蜜蜂摄入毒性结果

Table 1 The results of acute oral toxicity of 3 pesticides to *Apis mellifera* L.

供试药剂 Test item	毒力回归方程 Toxic regression equation	$\chi^2$	P	$\text{LC}_{50}/$ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	95%置信限/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) Confidence limits/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
$25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 多杀菌素悬浮剂 $25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ Spinosad SC	$y = 1.834x - 1.696$	1.645	0.649	8.412	6.891 ~ 10.219
1.8%阿维菌素乳油 1.8% Abamectin EC	$y = 2.289x + 0.182$	1.268	0.737	0.832	0.707 ~ 0.970
4.5%高效氯氰菊酯水乳剂 4.5% Beta-cypermethrin EW	$y = 1.530x + 0.255$	0.822	0.844	1.471	1.163 ~ 1.881

2.3 杀虫剂对赤眼蜂接触毒性试验结果及安全评价

3种农药对赤眼蜂接触毒性试验结果如表3所示。《化学农药安全评价实验准则》中农药对赤眼蜂接触风险划分为4个等级:安全系数 $\leq 0.05$ 为极高风险性,  $0.05 < \text{安全系数} \leq 0.5$ 为高风险性,  $0.5 < \text{安全系数} \leq 5$ 为中等风险性,安全系数 $> 5$ 为低风险性。25 g·L<sup>-1</sup>多杀菌素悬浮剂 24h-LR<sub>50</sub>为:  $1.341 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{cm}^2$ ,安全系数为: 0.054 属高风险性; 1.8%阿维菌素乳油 24h-LR<sub>50</sub>为:  $1.420 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{cm}^2$ ,安全系数为: 0.088 属高风险性; 4.5%高效氯氟菊酯水乳剂 24h-LR<sub>50</sub>为:  $2.711 \times 10^{-5} \text{ mg} \cdot \text{cm}^2$ ,安全系数为: 0.120 属高风险性。

2.4 杀虫剂对斑马鱼毒性试验结果及安全评价

3种农药对斑马鱼毒性试验结果如表4所示。《化学农药安全评价实验准则》中农药对斑马鱼的毒性划分为4个等级:  $96 \text{ h-LC}_{50} \leq 0.100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为剧毒,  $0.100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 96 \text{ h-LC}_{50} \leq 1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为高毒,  $1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 96 \text{ h-LC}_{50} \leq 10.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为中等毒性,  $96 \text{ h-LC}_{50} > 10.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 为低毒。25 g·L<sup>-1</sup>多杀菌素悬浮剂 96 h-LC<sub>50</sub>为: 23.033 mg·L<sup>-1</sup>属低毒, 1.8%阿维菌素乳油 96 h-LC<sub>50</sub>为:  $1.183 \times 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 属剧毒, 4.5%高效氯氟菊酯水乳剂 96 h-LC<sub>50</sub>为:  $2.042 \times 10^{-3} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 属剧毒。

表2 3种农药对家蚕摄入毒性结果

Table 2 The results of acute oral toxicity of 3 pesticides to Bombyx mori L.

供试药剂 Test item	毒力回归方程 Toxic regression equation	$\chi^2$	P	LC <sub>50</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	95%置信限/(mg·L <sup>-1</sup> ) Confidence limits/(mg·L <sup>-1</sup> )
25 g·L <sup>-1</sup> 多杀菌素悬浮剂 25 g·L <sup>-1</sup> Spinosad SC	$y = 1.563x + 2.705$	0.411	0.938	0.019	0.015 ~ 0.023
1.8%阿维菌素乳油 1.8% Abamectin EC	$y = 0.965x + 1.952$	1.072	0.784	0.009	0.006 ~ 0.014
4.5%高效氯氟菊酯水乳剂 4.5% Beta-cypermethrin EW	$y = 2.097x + 2.772$	0.149	0.985	0.048	0.039 ~ 0.057

表3 3种农药对家蚕摄入毒性结果

Table 3 The results of acute oral toxicity of 3 pesticides to Bombyx mori L.

供试药剂 Test item	毒力回归方程 Toxic regression equation	$\chi^2$	P	LC <sub>50</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	95%置信限/(mg·L <sup>-1</sup> ) Confidence limits/ (mg·L <sup>-1</sup> )	推荐施用浓度/(mg·cm <sup>-2</sup> ) Recommended application rates/(mg·cm <sup>-2</sup> )	安全系数 Safety actor
25 g·L <sup>-1</sup> 多杀菌素悬浮剂 25 g·L <sup>-1</sup> Spinosad SC	$y = 3.274x - 0.417$	16.733	0.001	$1.341 \times 10^{-5}$	$1.102 \times 10^{-5} \sim 1.701 \times 10^{-5}$	$2.500 \times 10^{-4}$	0.054
1.8%阿维菌素乳油 1.8% Abamectin EC	$y = 2.057x - 0.315$	12.287	0.006	$1.420 \times 10^{-5}$	$1.081 \times 10^{-5} \sim 1.880 \times 10^{-4}$	$1.620 \times 10^{-4}$	0.088
4.5%高效氯氟菊酯水乳剂 4.5% Beta-cypermethrin EW	$y = 1.224x - 0.530$	6.619	0.085	$2.711 \times 10^{-5}$	$1.980 \times 10^{-5} \sim 3.804 \times 10^{-5}$	$2.250 \times 10^{-4}$	0.120

表4 3种农药对斑马鱼毒性结果

Table 4 The results of acute toxicity of 3 pesticides to Brachydonio rerio

供试药剂 Test item	毒力回归方程 Toxic regression equation	$\chi^2$	P	LC <sub>50</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	95%置信限/(mg·L <sup>-1</sup> ) Confidence limits/(mg·L <sup>-1</sup> )
25 g·L <sup>-1</sup> 多杀菌素悬浮剂 25 g·L <sup>-1</sup> Spinosad SC	$y = 7.148x - 9.738$	0.454	0.929	23.033	20.642 ~ 25.231
1.8%阿维菌素乳油 1.8% Abamectin EC	$y = 8.065x - 8.651$	0.734	0.865	$1.183 \times 10^{-2}$	$1.061 \times 10^{-2} \sim 1.283 \times 10^{-2}$
4.5%高效氯氟菊酯水乳剂 4.5% Beta-cypermethrin EW	$y = 2.995x - 0.928$	0.078	0.994	$2.042 \times 10^{-3}$	$1.650 \times 10^{-3} \sim 2.614 \times 10^{-3}$

### 2.5 杀虫剂对大型溞毒性试验结果及安全评价

3 种农药对大型溞毒性试验结果如表 5 所示。《化学农药安全评价实验准则》中农药对大型溞的毒性划分为四个等级:  $48 \text{ h-EC}_{50} \leq 0.100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  为剧毒,  $0.100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 48 \text{ h-EC}_{50} \leq 1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  为高毒,  $1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} < 48 \text{ h-EC}_{50} \leq 10.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  为中等毒性,  $48 \text{ h-EC}_{50} > 10.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  为低毒。  $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  多杀菌素悬浮剂  $48 \text{ h-EC}_{50}$  为:  $19.932 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  属低毒 1.8% 阿维菌素乳油  $48 \text{ h-EC}_{50}$  为:  $9.852 \times 10^{-4} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  属剧毒 4.5% 高效氯氟菊酯水乳剂  $48 \text{ h-EC}_{50}$  为:  $4.663 \times 10^{-4} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  属剧毒。

### 3 讨论 (Discussion)

试验结果显示,多杀菌素、阿维菌素和高效氯氟菊酯 3 种农药对蜜蜂毒性均为高毒;在田间推荐施用剂量下对赤眼蜂均为高风险性;对家蚕毒性均为剧毒。3 种农药都能高效杀灭鳞翅目昆虫<sup>[10]</sup>,所以对鳞翅目经济昆虫家蚕风险尤其高,这与试验结果相吻合。3 种农药对蜜蜂、家蚕、赤眼蜂的毒性指标相当,与阿维菌素和高效氯氟菊酯相比,多杀菌素没有表现出对 3 种昆虫的安全优势,因此建议在田间使用时应该注意采取防护措施,避免花期使用,避免在桑园附近使用,在附近农田使用时注意风向,避免飘移至桑叶上。

对水生生物的试验结果显示,阿维菌素及高效氯氟菊酯对斑马鱼及大型溞均为剧毒,而多杀菌素对两种水生生物半数效应浓度值比阿维菌素及高效氯氟菊酯高 3 个数量级左右,风险较低,对斑马鱼

和溞的安全优势明显。同为大环内酯类农药阿维菌素对水生生物剧毒,而多杀菌素为低毒可能与多杀菌素独特的作用机理<sup>[12]</sup>有关。

有研究表明多杀菌素对龟纹瓢虫 [*Propylaea japonica* (Thunberg)]、四斑瓢虫 [*Chilomenes quadripagata* (Swa ~ z)]、稻红瓢虫 [*Verania discolor* (Fabricius)] 和中华草蛉 [*Chrysoperla sinica* (Tjeder)] 等有益昆虫毒性较低<sup>[7-8]</sup>,但对天敌昆虫蠃蝽 [*Doru taeniatum* (Dohrn)] 和某些寄生蜂毒性较高<sup>[6,9]</sup>。结合本实验结果可以判断,多杀菌素对靶标昆虫及有益昆虫的选择灭杀性并不明显,对陆生有益昆虫危害较大,使用时应根据施药环境对有益昆虫进行适当的保护。尽管多数研究表明多杀菌素对鱼类及溞类急性毒性相对较低与本实验结果相吻合<sup>[14]</sup>,但其对于某些溞类慢性毒性及种群数量有一定的影响,其中有多杀菌素直接作用产生的结果,也有多杀菌素影响其他浮游生物种群数量产生的间接影响<sup>[15]</sup>。由此可知多杀菌素在杀灭靶标生物的同时,对部分天敌以及部分水生生物种群有一定的负面影响,这种影响带来的食物链和物种多样化失衡程度有多大是一项长期而复杂的研究任务,这也是所有农药都要面临的问题。但就目前的研究来看,其环境中降解较快,日照条件下水中光解半衰期  $1 \sim 2 \text{ d}$ <sup>[5]</sup>,加上对水生生物急性毒性较低,与其他农药相比防治鳞翅目害虫可以优先考虑使用多杀菌素。

表 5 3 种农药对大型溞毒性结果

Table 5 The results of acute toxicity of 3 pesticides to *Daphnia magna* Straus

供试药剂 Test item	毒力回归方程 Toxic regression equation	$\chi^2$	P	LC <sub>50</sub> / ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	95% 置信限/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) Confidence limits/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
$25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 多杀菌素悬浮剂	$y = 2.866x - 3.720$	0.498	0.919	19.932	15.916 ~ 25.639
$25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ Spinosad SC					
1.8% 阿维菌素乳油	$y = 1.268x + 0.008$	0.033	0.998	$9.852 \times 10^{-4}$	$5.983 \times 10^{-4} \sim 1.811 \times 10^{-3}$
1.8% Abamectin EC					
4.5% 高效氯氟菊酯水乳剂	$y = 1.237x + 0.410$	0.200	0.978	$4.663 \times 10^{-4}$	$2.852 \times 10^{-4} \sim 9.469 \times 10^{-4}$
4.5% Beta-cypermethrin EW					

通讯作者简介:王会利(1976—),理学博士,助理研究员,主要从事农药环境行为及环境毒理学等方面的研究。

#### 参考文献:

[1] Salgado V L. Studies on the mode of action of spinosad: Insect symptoms and physiological correlates [J]. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 1998, 60: 91 - 102

[2] Liu N, Yue X. Insecticide resistance and cross-resistance in the house fly (Diptera: Muscidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2000, 93 (4): 1269 - 1275

[3] Sayyed A H, Attique M N, Khaliq A, et al. Inheritance of resistance and cross-resistance to deltamethrin in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) from Pakistan [J]. *Pest*

- Management Science, 2005, 61(7): 636 – 642
- [4] 陈小龙, 郑裕国, 沈寅初. 农用抗生素刺糖菌素的研究进展[J]. 农药, 2002, 41(1): 4 – 7
- [5] Cleveland C B, Bormett G A, Saunders D G, et al. Environmental fate of spinosad. 1. Dissipation and degradation in aqueous systems [J]. Food Chemistry, 2002, 50(11): 3244 – 3256
- [6] Cisneros J, Goulson D, Derwent L C, et al. Toxic effects of spinosad on predatory insects [J]. Biological Control, 2002, 23: 156 – 163
- [7] 亢春雨, 吴刚. 多杀菌素和氟虫睛对瓢虫、寄生蜂和菜缢管蚜选择性的研究[J]. 华东昆虫学报, 2006, 15(4): 294–297
- [8] Vinuela E, Medina M P, Schneider M, et al. Comparison of side-effects of spinosad, tebufenozide and azadirachtin on the predators *Chrysoperla carnea* and *odius maculiventris* and the parasitoids *Opius concolor* and *Hyposoter didymator* under laboratory conditions [J]. Pesticides and Beneficial Organisms IOBC/wprs Bulletin, 2001, 24 (4): 25 – 34
- [9] Hill T, Foster R E. Effect of insecticides on the diamond-back moth and its parasitoid *Diadegma insulare* [J]. Journal of Economic Entomology, 2000, 93
- [10] 蔡道基, 杨佩芝, 龚瑞忠, et al. 化学农药环境安全评价试验准则[S]. 北京: 1989
- [11] Organization of Economical Cooperate and Development. No. 213, Guidelines for the Testing of Chemicals ,Honey-bees ,Acute Oral Toxicity Test [S]. Paris, France: OECD, 1998
- [12] Watson G B. Actions of insecticidal spinosyns on aminobutyric acid responses from small-diameter cockroach neurons [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2001, 71: 20 – 28
- [13] Bret B L, Larson L L, Schoonover J R, et al. Biological properties of spinosad [J]. Down to Earth, 1997, 52: 6 – 13
- [14] Deardorff A D, Stark J D. Acute toxicity and hazard assessment of spinosad and R-11 to three cladoceran species and Coho salmon [J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2009, 82(5): 549 – 553
- [15] Deardorff A D, Stark J D. Population-level toxicity of the insecticide, spinosad and the nonylphenol polyethoxylate, R-11, to the cladoceran species *Ceriodaphnia dubia* Richard [J]. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 2011, 46 (4): 336 – 340 ◆

## 美国食品药品监督管理局发布关于内分泌扰乱的草案指引

2013年11月7日 来源: 美国食品药品监督管理局

美国食品药品监督管理局(FDA)发布了一份草案指引,以帮助制药工业利用试验来确定新药是否具有非有意内分泌扰乱潜力。列出的这组试验为非临床性质,并且很多试验被用于筛查工业化学品的内分泌扰乱影响。

列出的试验包括受体束缚和酶试验、反复剂量毒性研究、发育和生殖毒性研究和致癌性研究。该指引提倡,应当在接近或超过无明显不良影响浓度水平(Noel)的浓度水平下评估内分泌影响。

该草案指引建议,应当评估任何潜在在内分泌活性的暴露-反应关系,不过,仅在显著高于人类暴露水平的暴露水平下在动物身上出现内分泌影响可能并不能成为进行其他研究的理由。

不过,当人类暴露与观察到对内分泌敏感组织产生影响的暴露水平可比或者超过该暴露水平时,可能应当进行额外评估。FDA解释说,如果在任何标准试验中发现一项潜在在内分泌激素信号,则“可能有必要”进行额外研究,以进一步确定作用方式。此类额外工作包括对啮齿动物的多代研究。

针对该指引的评议应在2013年11月19日前提交给FDA。

引自《化学品安全信息周报》2013年第46期总第258期(中国检验检疫科学研究院化学品安全研究所编译)

[http://www.chinachemicals.org.cn/reported\\_detail.aspx?contentid=273&ClassID=229](http://www.chinachemicals.org.cn/reported_detail.aspx?contentid=273&ClassID=229) (2013-11-18)