

· 研究论文 ·

五种杀虫剂对蜜蜂的经口毒性及风险评价

杨艳霞, 金绍强, 李少南*, 魏方林, 朱国念

(浙江大学 农药与环境毒理研究所, 杭州 310029)

摘要: 分别采用“小烧杯法”和“饲喂管法”检测了 50% 虫螨腈水分散粒剂(WG)、1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油(EC)、80% 氟虫腈水分散粒剂(WG)、50 g/L 氟虫腈悬浮剂(SC)、10% 阿维菌素·啶螨灵乳油(EC) 5种杀虫剂对蜜蜂工蜂的经口毒性。其中,“小烧杯法”测得的 48 h LC₅₀ 值分别为 21.3, 0.49, 0.112, 0.0757, 0.488 mg/L,“饲喂管法”测得的 48 h LC₅₀ 值分别为 134.0, 73.0, 1.33, 0.668, 1.54 mg/L。就这 5 种杀虫剂而言,“饲喂管法”测得的 48 h LC₅₀ 值均不同程度高于“小烧杯法”。以摄入量计,则“饲喂管法”测得的 48 h LD₅₀ 值分别为 1.34, 0.0073, 0.0133, 0.00537, 0.0154 μg/蜂。按毒性等级标准划分, 50% 虫螨腈 WG 对蜜蜂具有中等毒性, 1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC、10% 阿维菌素·啶螨灵 EC、80% 氟虫腈 WG 和 50 g/L 氟虫腈 SC 对蜜蜂为剧毒。如果采用危害商值(Hazard Quotient, HQ)衡量药剂的风险性,则上述 5 种杀虫剂对蜜蜂的 HQ 值分别为 84.0, 205.3, 247.3, 609.8, 939, 表明它们对蜜蜂均具有潜在风险。同时还就两种检测方法的优缺点和适用范围进行了比较。

关键词: 杀虫剂; 蜜蜂; 经口毒性; 风险评价; 小烧杯法; 饲喂管法

中图分类号: S481.8 X820.4

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2008)02-0226-06

Oral Toxicity and Risk of Five Insecticides to Honeybees

YANG Yan-xia, JIN Shao-qiang, LI Shao-nan*, WEI Fang-lin, ZHU Guo-nian

(Institute of Pesticide and Environmental Toxicology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract Two methods “small beaker” and “feeding tube”, were adopted to measure the oral toxicity of five insecticides to honeybees including 50% chlorfenapyr WG, 1% methylnilobamectin benzoate EC, 80% fipronil WG, 50 g/L fipronil SC, and 10% abamectin+pyridaben EC. As measured by the method of “small beaker”, the 48 h LC₅₀ values of the five insecticides were 21.3, 0.49, 0.112, 0.0757, and 0.488 mg/L, respectively, while measured by the method of “feeding tube”, the 48 h LC₅₀ values were 134.0, 73.0, 1.33, 0.668 and 1.54 mg/L, respectively. The result suggested that the method of “small beaker” overestimated toxicity of the 5 insecticides to bees compared with that of “feeding tube”. If it was counted by average amount of intake, the 48 h LD₅₀ values of the five insecticides resulting from the method of “feeding tube”, could be expressed as 1.34, 0.0073, 0.0133, 0.00537, and 0.0154 mg/bee, respectively. According to a category of toxicity for bees which was adopted by administrative department of pesticides in China, 50% chlorfenapyr WG was moderately toxic, 1% methylnilobamectin benzoate EC, 10% abamectin+pyridaben EC, 80% fipronil WG and 50 g/L fipronil SC were extremely toxic to bees. When a parameter of hazard quotients (HQ) was introduced to scale the risk of the 5 insecticides to bees, the HQ values were calculated as 84.0,

收稿日期: 2008-01-28; 修回日期: 2008-05-06

作者简介: * 李少南 (1963-), 男, 通讯作者 (Author for correspondence), 祖籍江苏南通, 博士, 副教授, 主要从事农药生态毒理和药理学研究, 联系电话: 0571-86971946; E-mail: snl@zju.edu.cn

205, 3 247, 3 609, and 8 939, respectively. This suggested that the 5 insecticides mentioned above might in pose hazards to bees if they were applied in the field. Character and applicability of the two methods were discussed.

Key words insecticides; honeybee; oral toxicity; risk assessment method of “small beaker”; method of “feeding tube”

蜜蜂是一类具有重要经济价值的有益生物。各类农用杀虫剂对蜜蜂都具有相当的毒性, 它们可能通过接触、摄入、吸入等多种途径对蜜蜂致毒。以科学的方法研究农药对蜜蜂的毒性, 并对其风险性作出评价, 是农药安全使用的必要前提之一。

国家环保总局于 1989 年制订的“化学农药安全评价实验准则”推荐采用“小烧杯法”检测农药对蜜蜂的经口毒性^[1], 该方法现已广泛应用于我国农药产品的登记试验^[2-5]。同为经口毒性测定, 许多国家和国际组织则采用了国际经济合作与发展组织(OECD)推荐的“饲喂管法”^[6], 而且“饲喂管法”的测定结果在国际流行的生态风险评价体系中常被作为农药风险评价的重要依据。然而有关“饲喂管法”的应用国内尚未见公开报道。笔者以 50% 虫螨腈水分散剂(WG)、1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油(EC)、80% 氟虫腈水分散剂、50 g/L 氟虫腈悬浮剂(SC)、10% 阿维菌素·啶螨灵乳油 5 种杀虫剂作为供试药剂, 分别采用“小烧杯法”和“饲喂管法”检测了它们对意大利蜜蜂的经口毒性, 比较两种给药方法对测定结果的影响, 同时结合田间用药量, 对各药剂的生态风险性作出评价。

1 材料与方法

1.1 试验生物

取意大利蜜蜂 *Apis mellifera* L. 成年工蜂供试。全部试验用蜂取自同一具王蜂群, 选择身体健康、大小一致的个体进行试验。试验在 2007 年 6~7 月间进行。

1.2 供试农药

50% 虫螨腈(chlorfenapy)WG(北京华戎生物激素厂)、1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(methylamino abamectin benzoate)EC(云港立本农药化工有限公司)、50 g/L 氟虫腈(fipronil)SC(浙江世佳科技有限公司)、10% 阿维菌素·啶螨灵(abame-

ctin+ pyriaben)EC(夏邑县华泰化工有限公司)、80% 氟虫腈 WG(宁波中化化学品有限公司)。由于供试药剂均可分散于水中, 试验开始前先用去离子水将其稀释成母液, 备用。

1.3 试验操作

1.3.1 小烧杯法 参照文献[1]方法。试验在纱布封口的 500 mL 玻璃烧杯中进行。用质量浓度为 50% 的蔗糖水溶液与药剂母液按不同比例混合, 按等比序列(间隔比为 2:00)配制成不同浓度的药液。取配制好的药液 5 mL 移入置有脱脂棉的 5 mL 小烧杯内, 再将小烧杯置于 500 mL 大烧杯中供蜜蜂取食。每只大烧杯中移入 19~21 只成年工蜂, 用纱布封口。每处理(包括空白对照)设 3 个重复。试验在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 70% \pm 5% 的人工气候箱中进行。于试验开始后第 24 和第 48 h 分别检查各浓度组蜜蜂中毒和死亡情况。

1.3.2 饲喂管法 参照 OECD 颁布的“化学品测试准则 No. 213”^[6]进行。试验在长、宽、高分别为 22.4 cm \times 19.5 cm \times 24.4 cm、以网纱衬里的蜂笼中进行。笼顶部安装一个饲喂管, 供试蜜蜂可将喙伸入管内吸取药液。药液配制同 1.3.1 节, 将 200 mL 配好的药液放入饲喂管中供蜜蜂取食。4 h 后将含药液的饲喂管取出, 记录药液消耗量, 同时改用无药的蔗糖溶液继续喂养。每只笼中一次性移入 19~21 只成年工蜂。每处理(包括空白对照)设 3 个重复。试验在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 50%~70% 的黑暗环境中进行。于试验开始后第 24 和第 48 h 调查各浓度组蜜蜂中毒和死亡情况。

1.4 数据处理

以药剂浓度的对数值为自变量(X), 以相应浓度下蜜蜂死亡率的几率值为因变量(Y), 采用 DPS 数据处理软件, 按照“专业统计” \rightarrow “生物测定” \rightarrow “计数型数据几率值分析”的路径做回归分析, 建立“剂量-效应”线性方程, 并记录相关系数(r)、LC₅₀(或 LD₅₀)值及其 95% 置信限。

1.5 毒性分级

对“饲喂管法”试验结果的划分, 参照“化学

农药安全评价实验准则”^[11]中设置的分级标准: 24 h LD₅₀值 ≤ 0.001 μg/蜂的为剧毒农药; 0.001 μg/蜂 < 24 h LD₅₀ ≤ 2.00 μg/蜂的为高毒农药; 2.00 μg/蜂 < 24 h LD₅₀ ≤ 11.0 μg/蜂的为中等毒性; 24 h LD₅₀ > 11.0 μg/蜂为低毒农药。国内的研究者在以往的工作中一直用上述标准来划分接触毒性的试验结果^[3-5,7-10]。我国在该分级标准的制定中参考了国外的相关标准,其中包括美国国家环保署(USEPA)对于蜜蜂和其他非目标昆虫的毒性分级标准^[11]: LD₅₀值 ≤ 2 μg/蜂为高毒; 2 μg/蜂 < LD₅₀ ≤ 11 μg/蜂为中等毒性; LD₅₀ > 11.0 μg/蜂为低毒。值得注意的是,其中的LD₅₀值并非仅仅针对接触毒性,其他如农药的经口毒性,如果用“饲喂管法”进行测定,其结果也可以用LD₅₀值来衡量。同理,本研究套用我国已有的LD₅₀值四级划分来衡量“饲喂管法”的试验结果。

对“小烧杯法”试验结果的划分,采用我国农药登记环境试验科研人员近年推出的一种与该试验方法相关联的分级体系^[12],该体系现已获得我国农药管理部门的认可。它将农药对蜜蜂的经口毒性划分为4个等级: 48 h LC₅₀ ≤ 0.500 mg/L为剧毒; 0.500 mg/L < 48 h LC₅₀ ≤ 20.0 mg/L为高毒; 20.0 mg/L < 48 h LC₅₀ ≤ 200 mg/L为中等毒性; 48 h LC₅₀ > 200 mg/L为低毒。

1.6 风险评价

使用危害商值(Hazard Quotient HQ)对供试农药产品的田间风险作初步评价。就蜜蜂而言, $HQ_{oral} = AR \div LD_{50-oral}$; $HQ_{contact} = AR \div LD_{50-contact}$ 。其中AR代表农药田间用量(单位: g/hm²); LD_{50-oral}和LD_{50-contact}分别代表经口毒性试验和接触毒性试验所得的LD₅₀值(单位: μg/蜂)。OECD的“环境理事会(Environment Directorate)”认定HQ_{oral}或HQ_{contact}小于50的农药对蜜蜂无害;反之,如果HQ_{oral}或HQ_{contact}大于50则认为该农药对蜜蜂存在风险^[13]。本文采用“饲喂管法”试验获得的48 h LD_{50-oral}计算HQ_{oral}。

2 结果与分析

2.1 小烧杯法测定结果

50%虫螨腈WG在6.26~200 mg/L的浓度范围内对蜜蜂的致死率分别介于0~76.7%。

(24 h)和16.7%~98.3%(48 h)之间。

0.400~1.60 mg/L的1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐EC对蜜蜂的致死率介于1.70%~43.3%(24 h)之间; 0.200~1.60 mg/L处理的致死率为11.7%~100%(48 h)。

0.100~1.60 mg/L的80%氟虫腈WG对蜜蜂的致死率介于3.33%~93.3%(24 h)之间; 0.050~0.400 mg/L处理的致死率为20.0%~96.7%(48 h)。

0.200~1.60 mg/L的50 g/L氟虫腈SC对蜜蜂的致死率介于3.33%~90.0%(24 h)之间; 0.050~0.800 mg/L处理的致死率为28.3%~96.7%(48 h)。

0.768~6.14 mg/L的10%阿维菌素·啶螨灵EC对蜜蜂的致死率介于5.00%~100%(24 h)之间; 0.192~1.54 mg/L处理的致死率为10.0%~100%(48 h)。

对照组48 h累计死亡率为0。

接触药液后,轻度中毒蜜蜂或表现急躁,不断爬行,或对刺激反应迟钝;严重中毒蜜蜂有的翅膀剧烈挥动,足和触角乱挥,有的原地打转;死亡蜜蜂翅膀张开,足缩拢,喙伸出,勾腹。

“小烧杯法”测得5种杀虫剂对蜜蜂的经口毒性如表1所示。从中可以看出,供试5种药剂对蜜蜂的48 h LC₅₀值分别在21.3~0.0757 mg/L之间,按照农药管理部门近年来采用的与“小烧杯法”相关联的农药毒性等级划分体系^[7],50%虫螨腈WG对蜜蜂为中等毒性,1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐EC、10%阿维菌素·啶螨灵EC、80%氟虫腈WG、50 g/L氟虫腈SC对蜜蜂均为剧毒。

2.2 饲喂管法测定结果

20.0~160 mg/L的50%虫螨腈WG对蜜蜂的致死率介于8.33%~48.3%(24 h)之间; 10.0~160 mg/L处理组致死率为1.67%~50.0%(48 h)。

0.20~12.8 mg/L的1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐EC对蜜蜂的致死率分别介于25.0%~98.3%(24 h)和30.0%~100%(48 h)之间。对照组48 h累计死亡率为5.00%。

0.200~3.20 mg/L的80%氟虫腈WG对蜜蜂的致死率介于5.00%~55.2%(24 h)之间; 0.100~3.20 mg/L处理组致死率为3.33%~74.1%(48 h)。

表 1 5种杀虫剂对蜜蜂的致死中浓度(LC₅₀值,小烧杯法)Table 1 The LC₅₀ values of 5 insecticides to honeybees by method of "small beaker"

供试药剂 Pesticides	暴露时间 Exposure time/h	毒力回归方程 Regression equations	r	LC ₅₀ (95%置信限) LC ₅₀ (95% CL)/(mg/L)	24 h LC ₅₀ /48 h LC ₅₀
50% 虫螨腈 WG	24	Y = 0.747 0 + 2.18X	0.952 8	87.7 (72.2~112)	4.12
50% chlorfenapy WG	48	Y = 2.351 + 1.99X	0.987 4	21.3 (17.0~25.8)	
1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC	24	Y = 4.151 + 3.30X	0.999 6	1.81 (1.39~3.05)	3.69
1% methyl abamectin benzoate EC	48	Y = 6.270 + 4.104X	0.942 2	0.490	
80% 氟虫腈 WG	24	Y = 6.348 + 3.238X	0.973 9	0.383 (0.334~0.439)	3.42
80% fipronil WG	48	Y = 7.770 + 2.912X	0.987 5	0.112 (0.0941~0.130)	
50 g/L 氟虫腈 SC	24	Y = 5.425 + 2.978X	0.971 7	0.720 (0.621~0.855)	9.51
50 g/L fipronil SC	48	Y = 7.221 + 1.98X	0.975 3	0.075 7 (0.051 5~0.098 6)	
10% 阿维菌素·哒螨灵 EC	24	Y = 3.983 + 3.665X	0.938 5	1.89 (0.00~7.51)	3.87
10% abamectin + pyridaben EC	48	Y = 6.063 + 3.409X	0.920 4	0.488 (0.423~0.557)	

0.200~0.800 mg/L的50g/L氟虫腈SC对蜜蜂的致死率分别介于1.70%~67.2% (24 h)和3.39%~68.9% (48 h)之间。当药剂浓度升高至1.60 mg/L时,由于驱避作用,蜜蜂的死亡率不但没有上升,反而分别下降为11.9% (24 h)和18.6% (48 h)。

0.768~6.14 mg/L的10%阿维菌素·哒螨灵EC对蜜蜂的致死率介于10.0%~60.0% (24 h)

之间;0.384~6.14 mg/L处理组致死率为10.0%~90.0% (48 h)。

除1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐EC外,其余各对照组48 h累计死亡率均为0。

蜜蜂中毒症状与“小烧杯法”类似。

“饲喂管法”测得5种杀虫剂对蜜蜂的经口毒性如表2所示。

表 2 5种杀虫剂对蜜蜂的致死中浓度(LC₅₀值,饲喂管法)Table 2 The LC₅₀ values of 5 insecticides to honeybees by method of "feeding tube"

供试药剂 Pesticides	暴露时间 Exposure time/h	毒力回归方程 Regression equations	r	LC ₅₀ (95%置信限) LC ₅₀ (95% CL)/(mg/L)	24 h LC ₅₀ /48 h LC ₅₀
50% 虫螨腈 WG	24	Y = 1.656 + 1.460X	0.979 9	195 (127~470)	1.46
50% chlorfenapy WG	48	Y = 1.923 + 1.447X	0.944 9	134 (93.3~240)	
1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC	24	Y = 4.989 + 1.267X	0.942 7	1.02 (0.770~1.30)	1.40
1% methyl abamectin benzoate EC	48	Y = 5.208 + 1.520X	0.891 9	0.730 (0.272~1.28)	
80% 氟虫腈 WG	24	Y = 4.390 + 1.575X	0.992 0	2.44 (1.76~4.07)	1.83
80% fipronil WG	48	Y = 4.814 + 1.482X	0.992 2	1.33 (1.02~1.90)	
50 g/L 氟虫腈 SC	24	Y = 5.935 + 6.015X	0.864 9	0.669	1.00
50 g/L fipronil SC	48	Y = 5.823 + 4.697X	0.923 5	0.668	
10% 阿维菌素·哒螨灵 EC	24	Y = 3.854 + 1.525X	0.887 0	5.64 (3.31~33.4)	3.66
10% abamectin + pyridaben EC	48	Y = 4.647 + 1.882X	0.972 2	1.54 (1.07~2.21)	

根据供试蜜蜂的数量和暴露期间每一浓度组药液的消耗量,将“饲喂管法”试验的给药剂量由“mg/L”换算成“μg/蜂”。换算公式为: D = c × V ÷ N。其中D为给药量(μg/蜂),c为给药浓度(mg/L),V为每个蜂笼的给药量(mL/笼),N为每个蜂笼中的工蜂数(蜂笼)。换算后的试验结果见表3。

从表3中可以看出,5种供试药剂对蜜蜂的LD₅₀值分别在1.95~0.005 47(24 h)和1.34~

0.005 37(48 h) μg/蜂之间。参照文献[1]中的农药毒性等级划分体系,发现无论以24 h LD₅₀值、还是以48 h LD₅₀值判断,5种杀虫剂对蜜蜂均属于高毒。

已知50%虫螨腈WG和1%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐EC两种杀虫剂的最大田间使用剂量分别为112.5和1.5 g/hm²(有效成分,下同);10%阿维菌素·哒螨灵EC用于果树害虫防治时其最大田间用药浓度为制剂稀释1500倍,喷雾时若以

表 3 5种杀虫剂对蜜蜂的致死中量 (LD₅₀值, 饲喂管法)Table 3 The LD₅₀ values of 5 insecticides to honeybees by method of "feeding tube"

供试药剂 Pesticides	暴露时间 Exposure time/h	毒力回归方程 Regression equations	r	LD ₅₀ 及 95% 置信限 / (μg/蜂) LD ₅₀ (95% CL) / (μg/bee)
50% 虫螨腈 WG	24	Y = 4.577 + 1.460X	0.9799	1.95 (1.27~4.70)
50% chlorfenapyr WG	48	Y = 4.818 + 1.447X	0.9449	1.34 (0.933~2.40)
1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC	24	Y = 7.523 + 1.267X	0.9427	0.0102 (0.00770~0.0130)
1% methylanilino abamectin benzoate EC	48	Y = 8.249 + 1.520X	0.8919	0.00730 (0.00272~0.01280)
80% 氟虫腈 WG	24	Y = 7.364 + 1.479X	0.9913	0.0252 (0.0177~0.0437)
80% fipronil WG	48	Y = 7.623 + 1.398X	0.9885	0.0133 (0.0100~0.0193)
50 g/L 氟虫腈 SC	24	Y = 19.49 + 6.408X	0.8181	0.00547
50 g/L fipronil SC	48	Y = 15.42 + 4.591X	0.8773	0.00537
10% 阿维菌素·哒螨灵 EC	24	Y = 6.904 + 1.525X	0.8870	0.0564 (0.0331~0.334)
10% abamectin + pyridaben EC	48	Y = 8.410 + 1.882X	0.9722	0.0154 (0.0107~0.0221)

每公顷 750 kg 用水量计算, 则该药剂最大田间有效剂量为 50 g/hm²; 50 g/L 氟虫腈 SC 和 80% 氟虫腈 WG 的最大田间有效剂量均为 48 g/hm²。与此相对应, 50% 虫螨腈 WG、1% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 EC、10% 阿维菌素·哒螨灵 EC、80% 氟虫腈 WG、50 g/L 氟虫腈 SC 5种杀虫剂对蜜蜂的 HQ_{oral} 值分别为 84.0、205.3、247.3、609.8、939, 均大于 50。可见 5种杀虫剂对蜜蜂均具有潜在风险, 数值越大说明药剂的风险性越高。

3 结论与讨论

比较表 1 及表 2 所列数据, 发现就 5 种杀虫剂而言, 在处理时间相同的前提下, “饲喂管法”测得的 LC₅₀ 值大多高于“小烧杯法”; 随处理时间的不同, “饲喂管法”测得的 LC₅₀ 值分别是“小烧杯法”的 0.56~6.4 倍 (24 h) 和 1.5~12 倍 (48 h)。究其原因, 在“饲喂管法”测定中, 蜜蜂主要通过口器接触药剂, 而在“小烧杯法”测定中, 蜜蜂接触药剂的途径相对复杂: 除了口器之外, 蜜蜂还可能通过足或身体的其他部位接触药剂, 如果供试药剂蒸汽压较高, 其熏蒸作用也不可忽视; 另外, 在“饲喂管法”测定中, 蜜蜂接触药剂的时间短 (4 h), 而在“小烧杯法”测定中, 蜜蜂接触药剂的时间长达 48 h。

比较表 1 和表 2 中的数据还可看出, 5 种杀虫剂 LC₅₀ 的比值 (24 h/48 h) 在“饲喂管法”试验中介于 1.00~3.66 之间, 而在“小烧杯法”试验中介于 3.42~9.15 之间, 说明药剂毒性的积累作用在“小烧杯法”试验中比在“饲喂管法”试验中更明显。

“小烧杯法”在我国的应用比较普遍, 该方法的优点是操作简便, 而且蜜蜂在“小烧杯法”试验中接触农药的方式与田间相似。但是在“小烧杯法”测定中, 蜜蜂接触农药的时间长达 48 h, 这与田间实际情况又有所差距, 所得结果会过高估计蜜蜂在田间可能受到的伤害。这对于保护生态环境有利, 但不利于农药生产商推广其产品。

“饲喂管法”在国外, 特别是在欧洲国家应用比较普遍。该方法只能检测出农药的经口毒性, 因此还需要结合其他方面的试验, 如接触毒性试验等, 才能对供试农药的毒性有一个比较全面的了解。作为 OECD 推荐的试验方法, “饲喂管法”也有其优点: 它能够检测出农药对蜜蜂的驱避作用 (正如 50 g/L 氟虫腈 SC 在本试验中表现出的那样), 而驱避作用很难用“小烧杯法”加以检测。更为重要的是, “饲喂管法”的测定结果可以作为风险评价的基础数据在国际间通用。目前许多国家和国际组织, 包括 OECD^[13]、联合国粮农组织 (FAO)^[14]、欧洲和地中海植物保护组织 (EPPO)^[15] 等均采用 HQ 值来初步判断农药对蜜蜂的生态风险。HQ 值的大小, 一方面取决于农药的田间用量, 另一方面则取决于“饲喂管法”获得的 LD_{50-ora} 或“点滴法”获得的 LD_{50-contacto}。

本研究中“饲喂管法”的测定结果表明, 5 种杀虫剂对蜜蜂均具有潜在的风险, HQ_{oral} 数值越大说明药剂的风险性越高。应当指出, 这仅是针对 5 种杀虫剂风险评价的初步结论。按照国际上通用的程序, 如果生产商接受农药管理部门依据 HQ 值对其产品作出的评价以及对产品使用所施加的限制, 试验工作即可终止; 如果生产商对于产品的危害究竟是否会在田间发生以及发生的程度存有

疑问, 可以委托有能力的科研部门开展更高层次的半田间或田间试验。如果高层次试验的结果与 HQ 值的预测结果有偏差, 则应以高层次试验结果为准对农药产品作出评价并由此制定出相应的管理措施。

本研究结果还表明: 对同一个毒性指标, 采用不同的测试方法不但会影响测试结果, 其后续的毒性等级划分和风险性评价也会随之发生改变。因此科研人员应该慎重选择相关的测试方法和评价体系, 为农药安全管理提供可靠的技术支撑。

参考文献:

- [1] CA I D ao-ji (蔡道基). Testing Guidelines for Assessing Environmental Safety of Chemical Pesticides (化学农药环境安全评价试验准则) [M]. Beijing (北京): State Environmental Protection Administration of China (国家环保总局), 1989: 19.
- [2] ZHENG Ming-qi (郑明奇), QIU Li-hong (邱立红), WANG Cheng-ju (王成菊), et al. 9 种含阿维菌素或甲氨基阿维菌素的农药对蜜蜂安全性评价 [J]. J Anhui Agric Sci (安徽农业科学), 2005 33(6): 980-981
- [3] ZHAO Hua (赵华), LI Kang (李康), WU Sheng-gan (吴声敢), et al. 毒死蜱对环境生物的毒性与安全性评价 [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis (浙江农业学报), 2004, 16(5): 292-298
- [4] CHEN Liang-yan (陈良燕), GONG Rui-zhong (龚瑞忠), CHEN Rui (陈锐). 三唑磷农药对三种非靶生物的毒性和安全评价研究 [J]. Pesticide Science and Administration (农药科学与管理), 1998 (2): 10-13
- [5] CHEN Rui (陈锐), DAI Zhen-ke (戴珍科), CAI Dao-ji (蔡道基). 甲基异柳磷等四种农药对蜜蜂的安全评价研究 [J]. Ecologic Science (生态科学), 1992 (2): 100-103
- [6] OECD (Organization of Economic Cooperation and Development). No. 213 OECD Guidelines for the Testing of Chemicals Honeybees Acute Oral Toxicity Test [S]. Paris France: OECD, 1998.
- [7] WANG Dong-lan (王冬兰), LIU Xian-jin (刘贤进), ZHANG Cun-zheng (张存政), et al. 阿维菌素和吡虫啉对意大利蜂的联合毒性作用 [J]. Jiangsu Agric Sci (江苏农业科学), 2006 (1): 146-147, 148
- [8] ZHU Zhong-lin (朱忠林), SAN Zheng-jun (单正军), CAI Dao-ji (蔡道基). 苯氧威对环境生物的安全评价 [J]. Pesticide Science and Administration (农药科学与管理), 2000 21(6): 12-15
- [9] GONG Rui-zhong (龚瑞忠), CHEN Rui (陈锐), CHEN Liang-yan (陈良燕). 吡虫啉对环境生物的毒性与安全性评价 [J]. Pesticide Science and Administration (农药科学与管理), 1999, 20(3): 12-16
- [10] ZHU Lu-sheng (朱鲁生), WANG Gui-zhi (王桂芝), XU Yuxin (徐玉新). 甲氧菊酯、辛硫磷及其混剂对蜜蜂毒性及影响 [J]. Agro-environmental Protection (农业环境保护), 1999 18(4): 165-167
- [11] U. S. Environmental Protection Agency (USEPA). Technical Overview of Ecological Risk Assessment [EP/OL]. [2008-03-18]. http://www.epa.gov/oppefed1/ecorisk_riskders/toem_analysis_eco.htm#Ecotox
- [12] DAI Ping-li (代平礼), WANG Qiang (王强), SUN Ji-hu (孙继虎), et al. 4 种农药对意大利蜜蜂的毒力测定 [J]. Agrochemicals (农药), 2007 46(8): 546-547
- [13] OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). A8. OECD Guidance for Industry Data Submissions on Plant Protection Products and their Active Substances (Revision 2), Appendix 8, Part 3 Ecotoxicological Studies and Risk Assessment [S]. Paris France: OECD, 2005
- [14] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Revised Guidelines on Environmental Criteria for the Registration of Pesticides [S]. Part 2, Guidelines for Appropriate Test Procedures Rome, Italy: 1989.
- [15] EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products No. 170: Side Effects on Honeybees [J]. IOBC WP/RS Bulletin, 2000, 23: 51-55.

(Ed. TANG J)