环境昆虫学报 2020，42（3）：740－745
Journal of Environmental Entomology
http：//hjkcxb. alljournals. net
doi：10. 3969/j. issn. 1674－0858. 2020. 03. 25

金涛，钟义海，林玉英，彭正强，韩文素，高景林. 防治新入侵害虫蜂巢小甲虫杀虫剂的室内筛选 [J]. 环境昆虫学报，2020，42（3）：740－745.

防治新入侵害虫蜂巢小甲虫杀虫剂的室内筛选

金 涛，钟义海，林玉英，彭正强，韩文素，高景林*
（中国热带农业科学院环境与植物保护研究所，农业部热带农林有害生物入侵监测与控制重点开放实验室，海口 571101）

摘要： 蜂巢小甲虫 *Aethina tumida* 是一种新入侵为害蜜蜂蜂巢的危险性害虫，筛选出具有较高毒力水平的化学药剂防治该虫迫在眉睫。本文采用浸渍法测定了 10 种杀虫剂对蜂巢小甲虫幼虫的毒力。试验结果表明，10 mg/L 高效氯氰菊酯、啶虫脒和功夫菊酯在 24 h 内对蜂巢小甲虫幼虫的致死率达到 36.67%、33.33% 和 29.39%，而 10 mg/L 高效氯氰菊酯和功夫菊酯在 48 h 对蜂巢小甲虫幼虫的致死率均达到 100%。啶虫脒、高效氯氰菊酯和功夫菊酯在 24 h 的 LC_{50} 分别为 10.47 mg/L、16.94 mg/L 和 19.1 mg/L。其它受试的杀虫剂如多杀菌素、氟虫腈、氟啶脲、虫酰肼、敌百虫、阿维菌素和甲维盐的触杀致死率相对较低。筛选结果显示，啶虫脒、高效氯氰菊酯和功夫菊酯可作为目前防治蜂巢小甲虫的的重要参考防治药剂。

关键词： 蜂巢小甲虫；杀虫剂；毒力测定；触杀作用
中图分类号： Q968.1；S433　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1674－0858（2020）03－0740－06

Toxicity bioassay for screening insecticides to control *Aethina tumida* Murray（Coleoptera：Nitdiuldae），a new invasive pest

JIN Tao，ZHONG Yi-Hai，LIN Yu-Ying，PENG Zheng-Qiang，HAN Wen-Su，GAO Jin-Lin*
（Environment and Plant Protection Institute of China Academy of Tropical Agricultural Science，Key Laboratory of Integrated Pest Management on Tropical Crops of Ministry of Agriculture of China，Haikou 571101，China）

Abstract： Small hive beetle，*Aethina tumida*，is a new invasive pest which damages bee hive and outbreaks in China. It is urgent to screen out high toxicity insecticides for controlling this insect. By the dipping method，the toxicities of 10 insecticides to larvae of *A. tumida* were tested under laboratory conditions. The results showed that at concentration at 10 mg/L of beta-cypermethrin，acetamiprid，and cyhalothrin at 24 h had 36.67%，33.33%，and 29.39%，respectively，contact toxicity to larvae of *A. tumida*. The 10 mg/L of beta-cypermethrinand cyhalothrin at 48 h had 100% contact toxicity to larvae of *A. tumida*. The lethal concentration（LC_{50}）of acetamiprid，beta-cypermethrin，andcyhalothrin at 24 h was 10.47 mg/L，16.94 mg/L，and 19.1 mg/L，respectively. Other test insecticides such as spinosad，fipronil，chlorfluazuron，tebufenozide，trichlorfon，abamectinand emamectin benzoate had limited lethal contact toxicity to larvae of *A. tumida*. So acetamiprid，beta-cypermethrin，and cyhalothrin should be severed as considerable insecticide for controlling of *A. tumida*.

Key words： *Aethina tumida*；insecticide；toxicity bioassay；contact toxicity

---

基金项目： 国家蜂产业技术体系建设专项（CARS－44－SYZ13）；中国热带农业科学院院创新团队项目（1630042017012）
作者简介： 金涛，男，1979 年生，博士，主要研究方向为入侵害虫综合治理，E－mail：Jintao337@aliyun.com
* **通讯作者** Author for correspondence：高景林，研究员，主要从事蜜蜂产业技术研究，E－mail：jinglin.g@163.com
收稿日期 Received：2019－04－28；**接受日期** Accepted：2019－06－21

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

蜜蜂是一种重要的社会性昆虫，不仅能为人类提供优质的蜂产品，而且作为模式生物用于科学研究，更重要的是对农作物授粉、濒危植物保护和生态系统恢复都具有重要意义。仅在我国海南地区，目前人工建立的蜂群达到 15.6 万群，蜂农超过 1.5 万户，年产蜂蜜约 1 000 t。蜜蜂产业是海南中部六市县的重要扶贫产业之一，蜜蜂授粉是海南热带高效农业提质增效绿色发展的重要抓手，保护蜜蜂产业健康有序的发展是践行当前农村生态文明建设，全面推动农业绿色可持续发展的切实有力举措之一。

蜂巢小甲虫 *Aethina tumida* Murray，隶属鞘翅目 Coleoptera 露尾甲科 Nitidulidae，是一种为害蜜蜂种群的危险性入侵害虫，世界动物卫生组织（World Organisation for Animal Health）将蜂巢小甲虫列为蜜蜂六大重要病原物之一（朱事康等，2011）。该虫原产于非洲撒哈拉沙漠以南地区，自 1996 年在美国南卡罗莱纳州首次发现该虫为害后，已经广泛蔓延至 25 个州（Jay *et al.*，2003），给美国养蜂业造成重大损失。随后，澳大利亚、埃及、加拿大、菲律宾、韩国及拉丁美洲的一些国家相继发现该虫（Peter *et al.*，2008；Peter *et al.*，2016；Hasan *et al.*，2017），对全世界蜜蜂产业造成的损失难以估量。我国于 2017 年 10 月在广东省汕尾新田镇蜂群内首次发现蜂巢小甲虫为害，2018 年 6 月在广州的意蜂试验蜂场，也发现蜂巢小甲虫为害情况（赵红霞等，2018），随后在广西省和云南省也相继发现小规模蜂巢小甲虫为害（蜜蜂产业行业内通报）。在海南地区，2018 年 8 月在昌江县昌化镇发现近 400 箱中蜂被蜂巢小甲虫为害，9 月，在白沙县细水乡的约 1 400 箱中蜂种群中，也发现该虫为害。蜂巢小甲虫已成为威胁我国蜜蜂产业发展的重要危险性害虫。

蜂巢小甲虫主要以幼虫取食蜂蜜和花粉为食，挖洞穿过巢房，所经之处全被破坏（Elzen *et al.*，2000；Lilia *et al.*，2006）。使蜂蜜颜色不正常，并伴有发酵现象，还散发出一种类似于烂橙子的异味。在巢房和封盖被破坏且发酵的情况下，蜂蜜会起泡并溢出巢房，甚至流出蜂箱。有时蜂巢小甲虫幼虫所经之处会留下一种带臭味的粘质物，这种物质可迫使蜜蜂弃巢而逃。蜂巢小甲虫幼虫的取食行为通常会导致蜂蜜发酵、巢脾严重损毁，严重时造成整个蜂巢坍塌（朱事康等，2011）。而蜂巢小甲虫成虫对群势强的蜂群并不产生太大的影响，因而针对幼虫的相关阻隔和防治应急处置措施刻不容缓。

国外曾尝试使用杀虫剂灭除蜂巢小甲虫成虫，并筛选出氟虫腈作为主要灭杀该虫成虫的首选药剂（Levot *et al.*，2006）。鉴于该虫主要是以幼虫聚集在蜂箱内为害，而目前国内外很少发现化学防治蜂巢小甲虫幼虫的报道，本文选用了市面上常用的 10 种杀虫剂原药，对该虫幼虫的毒力进行了初步筛选，并对具有高毒力杀虫剂的毒力水平进行了测定。研究结果为科学合理地使用化学药剂防治蜂巢小甲虫，以及制定科学有效地应急防控措施提供科学参考。

1　材料与方法

1.1　供试昆虫和药剂

于 2018 年 9 月 12 日，采集海南省白沙县细水乡福门村委会南三村中蜂中的蜂巢小甲虫，带回中国热带农业科学院环境与植物保护研究所的隔离检疫室内，由于幼虫期是蜂巢小甲虫的主要为害虫态，因此以幼虫作为测试虫态。在蜂箱挑选附肢齐全、行为活泼大龄幼虫长度约为 1 cm 的相对老熟幼虫进行生物测定。饲养和测试环境：温度 22 ~ 26℃，相对湿度 75% ~ 85%，光照周期 L∶D = 16 h∶8 h。

共选用 10 种杀虫剂原药，主要有：90% 敌百虫、97% 多杀菌素和 95% 高效氯氰菊酯，由江苏南通江山农药化工股份有限公司提供；98% 阿维菌素、72% 甲维盐、98% 氟虫腈、96.9% 功夫菊酯原粉、96.5% 氟啶脲和 93% 虫酰肼，广东立威化工有限公司提供；97.3% 啶虫脒由海南正业中农高科股份有限公司提供。使用丙酮将药剂配制成母液，为防止丙酮挥发，在瓶口使用封口胶密封保存。

1.2　杀虫剂预筛选和生物测定

采用浸渍法，使用丙酮∶双蒸水 = 1∶24 的药液稀释原药母液将不同种类的杀虫剂分别以 10 mg/L、50 mg/L、200 mg/L 和 500 mg/L，将药液倒入玻璃管中，挑选个体 10 ~ 15 头行为活泼、体表圆润的高龄幼虫，浸入到含有药液的玻璃指形管，轻震 1 ~ 2 s 取出，倒出试虫，放置于卷纸上晾干药液。并将试虫分别放入到含有被水侵湿的滤纸上，并置于直径 9 cm 培养皿中。对照组使用丙酮∶双蒸水 = 1∶24 的处理液浸渍。每组处理

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

重复 3 次。在 24 h、48 h 和 72 h 时记录害虫的死亡率。判断死亡试虫的标准：使用毛笔尖轻点虫体，5 s 内躯体不动者视为死亡。对照组死亡率在 10% 以下为有效试验。

生物测定方法，选取初步筛选出的较强毒力的杀虫剂，同样使用丙酮∶双蒸水 = 1∶24 的药液稀释原药母液 5 ~ 6 个浓度，对照组使用丙酮∶双蒸水 = 1∶24 的处理液浸渍处理。每组处理重复 3 次。采用上述浸渍法，并在 24 h 时记录害虫的死亡率。判断死亡试虫的标准如上。

1.3 毒力计算方法

以试虫对低剂量杀虫剂在短时间表现出较高的死亡率，作为进一步优选的杀虫剂种类，并以此类进行毒力测定。应用 SPSS 数据处理系统（贾春生，2006）和 EXCEL 表格分析软件（张志祥等，2002），计算出的致死中浓度（Lethal Concentration 50，LC_{50}）及其 95% 置信限，卡方值及相关系数（r）等相关参数，以 LC_{50} 的 95% 置信限是否有重叠，作为判断不同药剂毒力水平差异是否显著的标准。相关计算公式如下：

死亡率(%) = (死亡虫数/供试虫数) ×100

校正死亡率(%) = (处理死亡率 - 对照死亡率/100 - 对照死亡率) ×100

2 结果与分析

2.1 蜂巢小甲虫幼虫的高活性杀虫剂筛选

不同种类的供试药剂对蜂巢小甲虫幼虫的触杀活性有较大差异，且发现大多数原药杀虫剂对蜂巢小甲虫触杀活性不明显（表 1）。但接触药剂处理后，随着处理浓度增加和处理时间的延长，蜂巢小甲虫幼虫的校正死亡率总体上呈上升趋势。其中，10 mg/L 高效氯氰菊酯、啶虫脒和功夫菊酯可在 24 h 内对蜂巢小甲虫幼虫的致死率达到 36.67%、33.33% 和 29.39%，且 10 mg/L 高效氯氰菊酯和功夫菊酯在 48 h 以及 10 mg/L 啶虫脒在 72 h 内对蜂巢小甲虫幼虫的致死率均达到 100%。较高浓度 200 mg/L 高效氯氰菊酯、啶虫脒和功夫菊酯在 24 h 内对蜂巢小甲虫幼虫的致死率均达到 100%。表明了高效氯氰菊酯、啶虫脒和功夫菊酯对蜂巢小甲虫具有显著的致死作用。其它 7 种杀虫剂浓度在 10 mg/L 时，24 h 内的校正死亡率为 0，在本试验最高设置浓度下 500 mg/L 下，氟虫腈、敌百虫、多杀菌素、虫酰肼和氟啶脲在 24 h 内对蜂巢小甲虫幼虫的致死率分别为 16.67%、10%、6.67%、3.33% 和 3.33%，多杀菌素、氟虫腈、氟啶脲、虫酰肼、敌百虫、阿维菌素和甲维盐在 72 h 内对蜂巢小甲虫幼虫的致死率分别为 43.33%、43.33%、20%、16.67%、13.33%、13.33% 和 6.67%。表明了这 7 种杀虫剂在以上浓度下，并无显著短时毒力作用，且长时毒力作用也并不明显，表明这些种类的杀虫剂并不适合用于防治蜂巢小甲虫。因此，本试验毒力作用较强的啶虫脒、高效氯氰菊酯和功夫菊酯，进一步明确这 3 种杀虫剂对蜂巢小甲虫的毒力水平。

表 1 10 种杀虫剂对蜂巢小甲虫幼虫的触杀活性（%）

Table 1 Contact toxicities of ten insecticides on larvae of *Aethina tumida*

药剂 Insecticides	浓度（mg/L） Concentrations	处理时间（24 h） Treatment time	处理时间（48 h） Treatment time	处理时间（72 h） Treatment time
敌百虫 Trichlorfon	10	0	0	0
	50	3.03 ± 3.03 a	6.06 ± 3.03 a	6.06 ± 3.03 a
	200	6.67 ± 3.33 a	6.67 ± 3.33 a	6.67 ± 3.33 a
	500	10.00 ± 5.77 a	13.33 ± 6.67 a	13.33 ± 6.67 a
阿维菌素 Abamectin	10	0	0 b	0 b
	50	0	0 b	0 b
	200	0	0 b	0 b
	500	0	6.67 ± 3.33 a	13.33 ± 3.33 a

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

续表 1 Continued table 1

药剂 Insecticides	浓度（mg/L） Concentrations	处理时间（24 h） Treatment time	处理时间（48 h） Treatment time	处理时间（72 h） Treatment time
甲维盐 Emamectin benzoate	10	0	0 b	0 b
	50	0	0 b	0 b
	200	0	0 b	0 b
	500	0	6.67 ± 3.33 a	6.67 ± 3.33 a
多杀菌素 Spinosad	10	0 a	0 b	0 b
	50	0 a	0 b	0 b
	200	0 a	3.33 ± 3.33 b	6.67 ± 3.33 b
	500	6.67 ± 6.67 a	40 ± 5.77 a	43.33 ± 3.33 a
氟虫腈 Fipronil	10	0 a	0 b	0 c
	50	0 a	0 b	0c
	200	0 a	3.33 ± 3.33 b	13.33 ± 3.33 b
	500	16.67 ± 8.82 a	26.67 ± 3.33 a	43.33 ± 3.33 a
虫酰肼 Tebufenozide	10	0 a	0 b	0 b
	50	0 a	0 b	0 b
	200	0 a	0 b	0 b
	500	3.33 ± 3.33 a	16.67 ± 3.33 a	16.67 ± 3.33 a
高效氯氰菊酯 Beta－cypermethrin	10	36.67 ± 3.33 c	100 a	–
	50	66.67 ± 6.67 b	100 a	–
	200	100 a	–	–
	500	100 a	–	–
功夫菊酯 Cyhalothrin	10	29.39 ± 6.31 b	100 a	–
	50	45.15 ± 2.89 b	100 a	–
	200	100 a	–	–
	500	100 a	–	–
啶虫脒 Acetamiprid	10	33.33 ± 3.33 c	80 ± 5.77 a	100 a
	50	66.67 ±6.67 b	86.67 ± 3.33 a	100 a
	200	100 a	–	–
	500	100 a	–	–
氟啶脲 Chlorfluazuron	10	0 a	0 b	0 b
	50	0 a	0 b	0 b
	200	0 a	0 b	3.33 ± 3.33 b
	500	3.33 ± 3.33 a	13.33 ± 3.33 a	20 ± 5.77 a

注：表中数据为平均值 ± 标准误，数据后不同小写字母表示相同药剂在不同浓度下的差异显著（$P < 0.05$）。Note: Data shown as mean ± SE, different letters show significant difference in the concentration treatments at the same insecticide at the $P < 0.05$ level.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2 杀虫剂对蜂巢小甲虫幼虫的毒力

啶虫脒和功夫菊酯对蜂巢小甲虫幼虫毒力水平存在显著差异，而高效氯氰菊酯与其它两种杀虫剂对蜂巢小甲虫幼虫毒力水平差异不明显（表2）。啶虫脒对蜂巢小甲虫 LC_{50} 和 LC_{90} 最低，分别为 10.47 mg/L 和 37.21 mg/L，高效氯氰菊酯次之，LC_{50} 和 LC_{90} 分别为 16.94 mg/L 和 72.25 mg/L，而功夫菊酯对蜂巢小甲虫 LC_{50} 和 LC_{90} 最高，分别为 19.1 mg/L 和 73.94 mg/L。这些结果表明了啶虫脒对蜂巢小甲虫的毒力作用最高，菊酯类杀虫剂高效氯氰菊酯和功夫菊酯也具有明显的毒力作用。

表2 蜂巢小甲虫幼虫对不同种类杀虫剂的毒力水平

Table 2 Toxicity of different insecticides against larvae of *Aethina tumida*

杀虫剂 Insecticide	致死中浓度 LC_{50} (95% CI) (mg/L)	致死90%浓度 LC_{90} (mg/L)	斜率 Slop (± SE)	χ^2	相关系数 r
啶虫脒 Acetamiprid	10.47 (8.20～13.44)	37.21	2.33 ± 0.31	1.04	0.99
高效氯氰菊酯 Beta-cypermethrin	16.94 (11.98～22.41)	72.25	2.03 ± 0.28	2.23	0.98
功夫菊酯 Cyhalothrin	19.10 (14.50～25.12)	73.94	2.18 ± 0.30	2.97	0.98

3 结论与讨论

化学杀虫剂具有高效、速效和使用方便的特点（高希武，2010），是灭除暴发性尤其是突发性入侵害虫应急防控的重要手段（强胜等，2010）。蜂巢小甲虫作为新入侵我国并爆发成灾的潜在危险性害虫，其应急化学防治刻不容缓。90 年代，国外推行用于处理蜂箱的药品“CheckMite +”，能检查箱内是否有蜂巢小甲虫幼虫，用于处理土壤的药品“GardStar”，用来打断蜂巢小甲虫的繁殖循环，防止蜂巢小甲虫的扩散（Elzen *et al.*，1999；Peter *et al.*，2007）。但该类药剂的主要成分之一的蝇毒磷（Coumaphos）是一种对人畜高毒的剧毒化学品，若以该药作为蜂箱处理品时，应当保持谨慎态度。本文所筛选出来的对蜂巢小甲虫幼虫的杀虫剂如啶虫脒、高效氯氰菊酯和功夫菊酯，虽属于高效低毒类的药剂，但是如果在蜂箱环境内使用，也难以避免对蜜蜂和蜂蜜产品等产生影响，因而，还需要巧妙的改造蜂箱结构或设置诱捕器，隔离出蜂巢小甲虫再施药，以避免对蜜蜂和蜂蜜产品的污染。

本研究通过测定 10 种常见化学杀虫剂原药对蜂巢小甲虫幼虫的防治效果，评价了不同类型杀虫剂的应用潜力。一般而言，试虫个体越小，对杀虫剂的抵抗力越弱，而本文之所以选择相对成熟的高龄幼虫作为测试目标，是因为其幼虫进入成熟阶段必须爬出蜂箱进入土壤中才化蛹，因而，以老熟幼虫作为防治目标，具有现实的意义。啶虫脒作为新一代烟碱类杀虫剂，除了对害虫具有胃毒、触杀外在还具有较强的内吸性和强渗作用，且持续效率较强（庾琴等，2007）。高效氯氰菊酯和功夫菊酯作为菊酯类杀虫剂，具有速效、高效、低毒、低残留的一类广谱性新型杀虫剂，具有击倒速度快，击倒力强，用药量少，喷洒后耐雨水冲刷等优点，广泛应用于卫生及农用杀虫剂领域（Kasai *et al.*，2017）。鉴于蜂巢小甲虫幼虫的为害特性，推荐使用具有内吸和强渗作用啶虫脒，以及快速击倒强和低毒低残留的高效氯氰菊酯或功夫菊酯混合使用。

试验中发现，蜂巢小甲虫高龄幼虫体表肥厚，不善于活动，且多取食和游荡于含有大量蜂蜡的蜂蜜中，体表裹附于一层较厚的蜡质。本研究中采用水和少量的丙酮作为药液，对虫体的表层蜡质溶解能力弱，因而极大的影响了杀虫剂的渗透作用。因此在防治实践中，应多添加可溶解昆虫表皮蜡质的表面活性剂使用，以达到最佳的防治效果。同时，也需要通过相应田间药效评价，进一步检验本试验的筛选结果。

参考文献（References）

Elzen PJ, Baxter JR, Westervelt D, *et al.* A scientific note on observations of the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae), in Florida, USA [J]. *Apidologie*, 2000, 31 (5): 593－594.

Elzen PJ, Baxter JR, Westervelt D, *et al.* Field control and biology studies of a new pest species, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae), attacking European honey bees in the Western Hemisphere [J]. *Apidologie*, 1999, 30 (5): 361－366.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Gao XW. Current status and development strategy for chemical control in China [J]. *Plant Protection*, 2010, 36 (4): 19 – 22. [高希武. 我国害虫化学防治现状与发展策略 [J]. 植物保护, 2010, 36 (4): 19 – 22]

Hasan AT, Denise AA, Daniela CB, *et al.* First record of small hive beetle, *Aethina tumida* Murray, in South America [J]. *Journal of Apicultural Research*, 2017, 56 (1): 76 – 80.

Jay E, Jeff SP, W. Michael H, *et al.* Tracking an invasive honey bee pest: Mitochondrial DNA variation in North American small hive beetles [J]. *Apidologie*, 2003, 34 (2): 103 – 109.

Jia CS. Calculatiang the LC_{50} of insecticides with software SPSS [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2006, 43 (3): 414 – 417. [贾春生. 利用 SPSS 软件计算杀虫剂的 LC_{50} [J]. 昆虫知识, 2006, 43 (3): 414 – 417]

Kasai S, Sun H, Scott JG. Diversity of knockdown resistance alleles in a single house fly population facilitates adaptation to pyrethroid insecticides [J]. *Insect Molecular Biology*, 2017, 26 (1): 13 – 24.

Levot G, Haque N. Insecticidal control of adult small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in laboratory trials [J]. *General & Applied Entomology*, 2006, 35: 1 – 5.

Lilia DG, Thomas ER, Rinderer AM, *et al.* Some observations on the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray in Russian honey bee colonies [J]. *Apicultural Research*, 2006, 146 (7): 618 – 620.

Peter N, Dorothee H. Small hive beetle diagnosis and control in naturally infested honeybee colonies using bottom board traps and CheckMite + strips [J]. *Journal of Pest Science*, 2007, 81 (1): 43 – 48.

Peter N, James DE. The small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): Distribution, biology and control of an invasive species [J]. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 2008, 47 (3): 181 – 183.

Peter N, Jeff SP, Marc OS. Quo vadis *Aethina tumida*? Biology and control of small hive beetles [J]. *Apidologie*, 2016, 47 (3): 427 – 466.

Qiang S, Chen GQ, Li BP, *et al.* Invasive alien species in chinese agricultural ecosystems and their management [J]. *Biodiversity Science*, 2010, 18 (6): 647 – 659 + 674 – 675. [强胜, 陈国奇, 李保平, 等. 中国农业生态系统外来种入侵及其管理现状 [J]. 生物多样性, 2010, 18 (6): 647 – 659 + 674 – 675]

Yu Q, Zhou H, Wang J, *et al.* Research progress on degradation of acetamiprid and safetyto environment [J]. *Agrochemicals*, 2007, 46 (4): 223 – 226. [庾琴, 周华, 王静, 等. 啶虫脒在环境中的降解代谢及其安全性的研究进展 [J]. 农药, 2007, 46 (4): 223 – 226]

Zhang ZX, Xu HH, Chen DM. Calculating toxicity regression with EXCEL [J]. *Entomological Knowledge*, 2002, 39 (1): 67 – 70. [张志祥, 徐汉虹, 程东美. EXCEL 在毒力回归计算中的应用 [J]. 昆虫知识, 2002, 39 (1): 67 – 70]

Zhao HX, Wang HT, Hou CS, *et al.* Identification and occurrence survey of *Aethina tumida*, a invasive pest in China [J]. *Apiculture of China*, 2018, 69 (11): 29 – 31. [赵红霞, 王华堂, 侯春生, 等. 入侵中国的蜂箱小甲虫鉴定及发生为害调查 [J]. 中国蜂业, 2018, 69 (11): 29 – 31]

Zhu SK, Yu F, Zhou Y, *et al.* Progress in research on a quarantine pest, *Aethina tumida* [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2011, 38 (22): 66 – 68, 225. [朱事康, 于飞, 周宇, 等. 检疫害虫蜂房小甲虫研究进展 [J]. 广东农业科学, 2011, 38 (22): 66 – 68, 225]

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net