

防治黏虫药剂对日本鹌鹑的急性毒性研究

张燕宁, 唐敬新, 张 兰, 毛连纲, 冯 磊, 蒋红云*

(中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要 黏虫 *Mythimna separata* (Walker) 在我国近几年多次暴发, 为了寻找对环境生物安全的防治黏虫替代药剂, 采用急性经口毒性试验方法测定了 27 种对黏虫有防治效果的杀虫剂对日本鹌鹑 *Coturnix japonica* 的 7 d 半致死剂量(LD₅₀)。结果表明, 联苯菊酯等 9 种药剂对日本鹌鹑低毒, 乙酰甲胺磷等 7 种为中毒, 丙溴磷等 10 种为高毒, 三唑磷为剧毒, 高毒和剧毒品种占 40% 以上, 对鸟类生态系统存在较大的潜在威胁。黏虫防治应优先选择拟除虫菊酯类、昆虫生长调节剂类等对鸟类毒性低的农药品种。

关键词 防治黏虫; 杀虫剂; 日本鹌鹑; 急性经口毒性

中图分类号: S 481.1 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.04.042

The acute toxicity of insecticides for armyworm control to Japanese quail (*Coturnix japonica*)

Zhang Yanning, Tang Jingxin, Zhang Lan, Mao Liangang, Feng Lei, Jiang Hongyun

(Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Beijing 100193, China)

Abstract The acute oral toxicity of 27 insecticides used for armyworm control to Japanese quail (*Coturnix japonica*) was determined in this paper. The results showed that 9 insecticides were less toxic to Japanese quail, 7 were moderately toxic, 10 were highly toxic, and only one was extremely toxic. More than 40% of the tested insecticides were highly toxic or extremely toxic against Japanese quail, which is a potential threat to the birds' ecosystem. The insecticides which were less toxic to the birds, for example, pyrethroid insecticides and insect growth regulator (IGR), are recommended as the priorities for armyworm control.

Key words armyworm control; insecticides; *Coturnix japonica*; acute oral toxicity

黏虫是我国玉米、小麦、水稻三大主粮作物上的重大害虫, 对我国粮食安全有重大威胁, 每年在我国南北往返迁飞危害^[1]。2012 年和 2013 年黏虫连续两年在全国大发生, 其发生面积之大, 虫口密度之高, 损失之重, 均属历史罕见^[2-3]。由于黏虫是一种迁飞性、暴发性、杂食性、毁灭性害虫^[4], 且具有隐蔽性, 幼虫 3 龄前不易发现, 发现时往往已到 5~6 龄的暴食期, 短时间暴发成灾^[5], 这就使得化学防治成为黏虫防治过程中不得不使用的最重要手段。目前我国在黏虫上登记的杀虫剂只有高效氯氟氰菊酯、溴氰菊酯、氯虫苯甲酰胺、乙酰甲胺磷、敌百虫等少数几个品种。而近年来的研究表明, 田间黏虫的抗药性程度明显增强^[6], 特别是华北地区和东北地区

的 2 代和 3 代黏虫, 喷施常规杀虫剂很难有效控制黏虫的危害, 防治难度增大^[1]。抗性的增强往往导致农药过量使用, 加大对生态环境的风险。因此筛选对环境生物安全、黏虫尚未产生明显抗药性的高效低风险药剂对黏虫的可持续治理和生态环境的保护都具有重要意义。

鸟类作为昆虫和小型啮齿类动物的捕食者、开花植物的传粉者和植物种子的传播者在维持自然界生态平衡中起着重要作用。许多鸟类是农业和林业害虫的天敌, 如一只大山雀 *Parus major* 的幼鸟每天可啄食松毛虫幼虫 1 800 头, 捕食成虫 30 头^[7]; 1 000 只紫翅椋鸟 *Sturnus vulgaris* 在繁殖季节能消灭约 22 t 蝗虫^[8]。以鸟治虫是生物防治的一个重要手段。

收稿日期: 2016-10-19 修订日期: 2016-12-28

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201403031)

* 通信作者 E-mail: hyjiang@ippcaas.cn

然而,在化学农药大量使用的农田,鸟类可能通过多种途径暴露于化学农药的污染下,如鸟类可能摄食沾染农药的农作物叶片、果实、草种、地表砂砾;取食农药处理过的种子;将农药颗粒剂当做砂砾等直接摄取;摄食杀虫剂中毒后的害虫或其他非靶标节肢动物等。农药对鸟类的毒性包括急性毒性、亚慢性毒性、慢性毒性^[9]。其中急性中毒死亡对鸟类产生的影响最大,后果最严重。如根据法国的研究发现,在红鸢中毒死亡事件中,化学农药的原因占了约 33%^[10]。黏虫暴发时,农田中大量的黏虫作为食物吸引鸟类取食,如何在使用化学农药防治黏虫的农田减少农药对鸟类的风险,开展农药风险评估是重要手段,而农药对鸟类的急性毒性是风险评估必不可少的基础数据。此外,鸟类还被作为模式生物用于评价农药等化学品对陆生脊椎动物的

风险^[11]。

本文以环境毒理评价中常用的日本鹌鹑为受试生物,在实验室条件下研究了 27 种对黏虫有防治效果的化学农药对日本鹌鹑的急性毒性,以了解化学防治黏虫过程中对鸟类生态系统的潜在风险,为建立对生态环境低风险的黏虫防治体系提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

供试药剂共计 27 种(表 1),均由中国农业科学院植物保护研究所农药毒理及天然产物化学组提供。包含有机磷类、拟除虫菊酯类、新烟碱类等 8 类杀虫剂,其中原药 12 种,制剂 15 种,制剂均为单剂,包含 6 种不同剂型。其有效成分均对黏虫具有较好的防治效果。

表 1 供试药剂
Table 1 Pesticides used in this study

序号 Number	有效成分 Active ingredient	含量 Content	剂型 Formulation	类别 Category
1	甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 emamectin benzoate	5.7%	水分散粒剂	微生物源类
2	阿维菌素 abamectin	1%	颗粒剂	微生物源类
3	多杀菌素 spinosad	25 g/L	悬浮剂	微生物源类
4	高效氯氟氰菊酯 <i>lambda</i> -cyhalothrin	95.2%	原药	拟除虫菊酯类
5	高效氯氟氰菊酯 <i>lambda</i> -cyhalothrin	2.5%	水乳剂	拟除虫菊酯类
6	高效氯氰菊酯 <i>beta</i> -cypermethrin	94.1%	原药	拟除虫菊酯类
7	溴氰菊酯 deltamethrin	98%	原药	拟除虫菊酯类
8	联苯菊酯 bifenthrin	7.20%	悬浮剂	拟除虫菊酯类
9	氰戊菊酯 fenvalerate	93.5%	原药	拟除虫菊酯类
10	辛硫磷 phoxim	92.7%	原药	有机磷类
11	毒死蜱 chlorpyrifos	15%	颗粒剂	有机磷类
12	三唑磷 triazophos	80%	原药	有机磷类
13	乙酰甲胺磷 acephate	98%	原药	有机磷类
14	丙溴磷 profenofos	50%	乳油	有机磷类
15	虫螨腈 chlorfenapyr	98.6%	原药	吡咯类
16	虫螨腈 chlorfenapyr	20%	悬浮剂	吡咯类
17	甲氧虫酰肼 methoxyfenozide	96%	原药	昆虫生长调节剂
18	虫酰肼 tebufenozide	24%	悬浮剂	昆虫生长调节剂
19	灭幼脲 chlorbenzuron	25%	悬浮剂	昆虫生长调节剂
20	氟啶脲 chlorfluazuron	96%	原药	昆虫生长调节剂
21	茚虫威 indoxacarb	30%	水分散粒剂	噁二嗪类
22	啉虫脒 acetamiprid	70%	水分散粒剂	新烟碱类
23	吡虫啉 imidacloprid	70%	水分散粒剂	新烟碱类
24	噻虫嗪 thiamethoxam	98%	原药	新烟碱类
25	噻虫嗪 thiamethoxam	3%	颗粒剂	新烟碱类
26	苦参碱 matrine	3%	水剂	植物源类
27	氯虫苯甲酰胺 chlorantraniliprole	95%	原药	双酰胺类

1.2 供试生物

日本鹌鹑 *Coturnix japonica*,从北京刘凤英养殖专业合作社引种,龄期约 30 d,健康状况良好且没

有明显畸形的鹌鹑。试验前在本实验室条件下(见 1.4)预养 7 d,死亡率<5%。试验前 1 d 停止喂食,仅供清水。

1.3 仪器设备

试验用鸟笼(不小于 300 cm²/羽)、分析天平、移液器等。

1.4 试验条件

温度为 25~28℃,相对湿度 50%~75%,自然光照条件下进行。

1.5 染毒方法

供试药剂根据预试验设置 5~7 个剂量组,并设空白对照组。每组 10 只鹌鹑,雌雄各半。根据每只鹌鹑的体重,计算给药量,将药剂配成溶液或直接以经口灌注法,一次性分别给药。

1.6 数据测定

连续 7 d 每隔 24 h 观察试验用鸟的中毒症状与死亡情况,记录试验用鸟的死亡数。

1.7 数据处理

用 DPS 13.01 数据处理系统计算供试样品对日本鹌鹑每一观察时间的 LD₅₀ 和 95% 置信限。

1.8 毒性等级划分

参考国家标准《化学农药环境安全评价试验准则第 9 部分:鸟类急性毒性试验》^[12],依据药剂对日本鹌鹑 LD₅₀ (7 d) 划分毒性等级,LD₅₀ > 500 mg/kg_{体重} 为低毒,50 mg/kg_{体重} < LD₅₀ ≤ 500 mg/kg_{体重} 为中毒,10 mg/kg_{体重} < LD₅₀ ≤ 50 mg/kg_{体重} 为高毒,LD₅₀ ≤ 10 mg/kg_{体重} 为剧毒。

2 结果与分析

日本鹌鹑对 27 种防治黏虫药剂的中毒症状见表 2,7 d 的急性毒性试验结果见表 3。

从结果可以看出 27 种防治黏虫药剂中,灭幼脲等 9 种药剂对日本鹌鹑为低毒,噻虫嗪等 7 种药剂为中毒,啶虫脒等 10 种药剂为高毒,三唑磷为剧毒。其中,昆虫生长调节剂类、双酰胺类、氨基甲酸酯类药剂均对日本鹌鹑低毒;3 种微生物源类药剂有 2 种为高毒,1 种为中毒;6 种拟除虫菊酯类药剂中除 2.5% 高效氯氟氰菊酯水乳剂为高毒外,其余 5 种为中低毒;而 5 种有机磷类药剂中除乙酰甲胺磷为中毒外,其余 4 种对日本鹌鹑为高毒甚至剧毒;2 种吡啶类药剂为高毒;4 种新烟碱类药剂为中毒或高毒;1 种植物源药剂为中毒。高效氯氟氰菊酯和噻虫嗪的原药和制剂毒性比较,均为制剂毒性高于原药毒性。

3 讨论

近年来,我国杀虫剂不合理使用现象严重,加之

黏虫种群遗传变异等因素,导致黏虫抗药性水平上升^[1]。科学使用杀虫剂,实现黏虫可持续控制,筛选不同作用机理的杀虫剂轮换使用是解决抗性发展的一个重要手段。但是,不同的药剂由于作用机理不同,施药方式以及剂型不同等原因,导致其对环境生物的毒性也不尽相同。鸟类在生态系统食物链中占重要位置,对害虫防治也具有重要作用,但是长期大量农药的使用给鸟类带来了极大的危害^[13-14]。因此,在以化学农药防治黏虫的农田中,为减少误伤率,应该使用对鸟类低毒性的化学农药。

新烟碱类杀虫剂是一类通过选择性激活昆虫神经系统 nAChRs 受体,阻断昆虫中枢神经系统,导致害虫死亡的杀虫剂。由于其选择性强、高效以及对环境相容性好而得到广泛应用。邓兆荣等^[9]研究发现,吡虫啉原药对日本鹌鹑的 LD₅₀ (7 d) 为 30.25 mg/kg_{体重},噻虫嗪原药的 LD₅₀ (7 d) 为 163.14 mg/kg_{体重},与本试验结果相一致,分别为高毒和中毒。吡虫啉结构式中杂环部分为 6-氯-3-吡啶,噻虫嗪杂环部分为 2-氯-5-噻唑,由于两种化合物结构的差异,导致其在鸟类体内的分解代谢不同,因此吡虫啉和噻虫嗪对日本鹌鹑毒性产生较大差异^[9]。另外,吴长兴等^[15]研究了啶虫脒对日本鹌鹑生长与繁殖的影响,其中 20% 啶虫脒可溶性粉剂对鹌鹑的 LD₅₀ (7 d) 为 26.7 mg/kg_{体重},与本试验结果一致,都为高毒,与吡虫啉的毒性等级一样,其都是第一代新烟碱类杀虫剂,毒性较高^[13]。

阿维菌素类农药是一类高效广谱的新型生物农药,由链霉菌发酵菌丝产生的一组大环内酯类物质^[16]。甲氨基阿维菌素苯甲酸盐是阿维菌素 B1 组分羟基衍生化产物与苯甲酸反应形成的^[17]。游泳等^[18]测定了 5% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂对鹌鹑的毒性,其 LD₅₀ (7 d) 为 148.369 mg/kg_{体重};魏方林等^[19]测定了 2% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油对鹌鹑的毒性,其 LD₅₀ (7 d) 为 115 mg/kg_{体重};高越等^[20]测定了 2% 阿维菌素微乳剂对雄鹌鹑的 LD₅₀ (7 d) 为 69.3 mg/kg_{体重},对雌鹌鹑 LD₅₀ (7 d) 为 63.8 mg/kg_{体重},2.2% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂对雄雌鹌鹑 LD₅₀ (7 d) 均大于 220 mg/kg_{体重},都与本试验结果一致,为中毒。本试验中,甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对鹌鹑的毒性低于阿维菌素和多杀菌素。毕富春等指出甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对甜菜夜蛾、小菜蛾、菜青虫、棉铃虫等鳞翅目害虫的效果显著优于阿维菌素^[21],因此,在田间防治黏虫可以选用甲氨基阿维菌素苯甲酸盐。

Table 2 Poisoning symptoms of Japanese quail (*Coturnix japonica*) treated with 27 insecticides used for armyworm control

药剂名称 Name of pesticides	兴奋 Excitotoxicity	发呆 Dumbfounded	萎靡 Wilting	闭眼 Eyes closed	张嘴 Open mouth	抬头无力 Head up weakly	中毒症状 Poisoning symptom					死前扑腾 Thumped its wings before death	无明显中毒症状 No obvious poisoning symptoms
							羽毛蓬松 Plumage dishevelment	站立不稳 Overbalanced	卧倒 Lying	抽搐 Twitching	迅速击倒 Rapid knockdown		
5. 7%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 WG emamectin benzoate 5. 7% WG			✓					✓		✓			
1%阿维菌素 GR abamectin 1% GR	✓	✓	✓			✓	✓						
25 g/L 多杀菌素 SC spinosad 25 g/L SC	✓			✓								✓	
95. 2%高效氯氟氰菊酯 TC <i>lankide-cyhalothrin</i> 95. 2% TC				✓					✓				
2. 5%高效氯氟氰菊酯 EW <i>lankide-cyhalothrin</i> 2. 5% EW				✓									
94. 1%高效氯氟氰菊酯 TC <i>beta-cypermethrin</i> 94. 1% TC	✓			✓			✓						
98%溴氰菊酯 TC <i>deltamethrin</i> 98% TC													✓
7. 2%联苯菊酯 SC <i>bifenthrin</i> 7. 2% SC													✓
93. 5%氟戊菊酯 TC <i>fenvalerate</i> 93. 5% TC									✓				✓
92. 7%辛硫磷 TC <i>phoxim</i> 92. 7% TC	✓			✓								✓	✓
15%毒死蜱 GR <i>chlorpyrifos</i> 15% GR	✓			✓								✓	
80%三唑磷 TC <i>triazophos</i> 80% TC			✓	✓							✓		
98%乙酰甲胺磷 TC <i>acephate</i> 98% TC	✓			✓						✓			
50%丙溴磷 EC <i>profenofos</i> 50% EC					✓							✓	
98. 6%虫螨腈 TC <i>chlorfenapyr</i> 98. 6% TC	✓			✓			✓						
20%虫螨腈 SC <i>chlorfenapyr</i> 20% SC				✓		✓							✓
96%甲氧虫酰肼 TC <i>methoxyfenozide</i> 96% TC													
24%虫酰肼 SC <i>tebufenozide</i> 24% SC													✓
25%灭幼脲 SC <i>chlorbenzuron</i> 25% SC													✓
96%氟啶脲 TC <i>chlorfluazuron</i> 96% TC													✓
30%茚虫威 WG <i>indoxacarb</i> 30% WG													✓
70%啶虫脒 WG <i>acetamiprid</i> 70% WG				✓							✓		✓
70%吡虫啉 WG <i>imidacloprid</i> 70% WG						✓	✓						
98%噁虫嗪 TC <i>thiamethoxam</i> 98% TC			✓					✓					
3%噁虫嗪 GR <i>thiamethoxam</i> 3% GR	✓			✓									
3%苦参碱 AS <i>matrine</i> 3% AS	✓	✓		✓									
95%氯虫苯甲酰胺 TC <i>chlorantraniliprole</i> 95% TC								✓					✓

表 3 27 种杀虫剂对日本鹌鹑急性毒性(按毒性从高到低排序)

Table 3 Acute oral toxicity of 27 insecticides to Japanese quail (*Coturnix japonica*) ranked from high toxicity to low toxicity

药剂名称 Name of pesticide	致死中量/ mg · kg ⁻¹ LD ₅₀	95%置信限/mg · kg ⁻¹ 95% confidence limit	回归方程 Regression equation	卡方值 (自由度) χ ² (df)	毒性等级 Toxicity grade
80%三唑磷 TC triazophos 80% TC	7.25	3.63~8.82	Y=0.506+5.22X	0.701(3)	剧毒
50%丙溴磷 EC profenofos 50% EC	13.3	12.4~14.4	Y=-1.42+5.70X	0.695(5)	高毒
25 g/L 多杀菌素 SC spinosad 25 g/L SC	13.9	11.4~16.8	Y=1.12+3.40X	0.436(3)	高毒
92.7%辛硫磷 TC phoxim 92.7% TC	14.9	12.2~17.8	Y=-2.82+6.66X	2.21(3)	高毒
20%虫螨腈 SC chlorfenapyr 20% SC	18.8	16.3~21.7	Y=1.02+3.12X	1.13(5)	高毒
15%毒死蜱 GR chlorpyrifos 15% GR	20.0	17.9~22.2	Y=-5.69+8.23X	0.904(3)	高毒
70%啉虫脒 WG acetamiprid 70% WG	21.1	16.8~26.4	Y=-0.952+4.50X	0.883	高毒
98.6%虫螨腈 TC chlorfenapyr 98.6% TC	24.2	18.7~60.0	Y=0.368+3.35X	0.275(4)	高毒
70%吡虫啉 WG imidacloprid 70% WG	30.0	15.9~56.6	Y=-9.42+9.76X	3.95(4)	高毒
1%阿维菌素 GR abamectin 1% GR	34.2	29.0~40.5	Y=0.150+3.16X	0.911(5)	高毒
2.5%高效氯氟氰菊酯 EW lambda-cyhalothrin 2.5% EW	47.7	38.2~59.5	Y=-2.90+4.71X	0.707(3)	高毒
98%乙酰甲胺磷 TC acephate 98% TC	115	99.5~141	Y=-8.90+6.74X	3.62(4)	中毒
3%噻虫嗪 GR thiamethoxam 3% GR	129	106~156	Y=-9.24+6.75X	5.16(4)	中毒
95.2%高效氯氟氰菊酯 TC lambda-cyhalothrin 95.2% TC	155	37.7~206	Y=-2.02+3.20X	0.081 9(4)	中毒
3%苦参碱 AS matrine 3% AS	183	165~204	Y=-9.40+6.36X	1.24(4)	中毒
5.7%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 WG emamectin benzoate 5.7% WG	186	175~198	Y=-6.96+5.27X	0.144(3)	中毒
98%噻虫嗪 TC thiamethoxam 98% TC	248	182~338	Y=-4.68+4.04X	1.13(3)	中毒
94.1%高效氯氟氰菊酯 TC beta-cypermethrin 94.1% TC	370	125~482	Y=-4.24+3.60X	1.66(4)	中毒
7.2%联苯菊酯 SC bifenthrin 7.2% SC	>800	—	—	—	低毒
24%虫酰肼 SC tebufenozide 24% SC	>1 000	—	—	—	低毒
30%茚虫威 WG indoxacarb 30% WG	>1 000	—	—	—	低毒
95%氯虫苯甲酰胺 TC chlorantraniliprole 95% TC	>2 000	—	—	—	低毒
98%溴氰菊酯 TC deltamethrin 98% TC	>2 000	—	—	—	低毒
93.5%氟戊菊酯 TC fenvalerate 93.5% TC	>2 000	—	—	—	低毒
96%甲氧虫酰肼 TC methoxyfenozide 96% TC	>2 000	—	—	—	低毒
25%灭幼脲 SC chlorbenzuron 25% SC	>2 000	—	—	—	低毒
96%氟啶脲 TC chlorfluzuron 96% TC	>2 000	—	—	—	低毒

高效氯氟氰菊酯是一种拟除虫菊酯类杀虫剂,对鳞翅目、鞘翅目和半翅目等多种害虫以及螨类都有一定的防治效果^[22]。史梦竹等^[22]研究了8%高效氯氟氰菊酯微乳剂对环境生物的安全性,其中对鹌鹑的经口毒性 LD₅₀(7 d)为 54.5 mg/kg_{体重}。高越等^[20]研究了2.5%高效氯氟氰菊酯微乳剂对鹌鹑的毒性,其对雄鹌鹑 LD₅₀(7 d)为 60.6 mg/kg_{体重},对雌鹌鹑 LD₅₀(7 d)为 51.6 mg/kg_{体重},为中毒。但本试验中2.5%高效氯氟氰菊酯水乳剂对鹌鹑的经口毒性 LD₅₀(7 d)为 47.7 mg/kg_{体重},为高毒,而95.2%高效氯氟氰菊酯原药对鹌鹑的经口毒性 LD₅₀(7 d)为 155 mg/kg_{体重},为中毒。龚瑞忠等^[23]报道10%溴氰菊酯乳油对鹌鹑的经口毒性 LD₅₀(7 d)为 337 mg/kg_{体重},为中毒,而本试验中98%溴氰菊酯原药对鹌鹑 LD₅₀(7 d)为>2 000 mg/kg_{体重},为低毒。高越等^[20]研究表明4.5%高效氯氟氰菊酯微乳剂对雄鹌鹑 LD₅₀(7 d)为 23.0 mg/kg_{体重},对雌鹌鹑 LD₅₀(7 d)为 24.4 mg/kg_{体重};而本研究中94.1%高效氯氟氰菊酯原药对鹌鹑 LD₅₀(7 d)为 370 mg/kg_{体重}^[20,22-23],可以看出,微乳剂对鹌鹑的毒性要大于原药对鹌鹑的毒性,可能是因为微乳剂中的有效成分不容易在鸟类的脂肪体中储存,更容易进入大脑等敏感器官

的原因,田间用药应该尽量避免选择该类剂型。

有机磷类杀虫剂具有高效广谱的特点,广泛用于防治多种作物上的黏虫、蚜虫、蓟马、棉铃虫和螨类等害虫^[24,26]。但是由于在靶标生物和非靶标生物间的低选择性及高毒性,2007年,甲胺磷、对硫磷、甲基对硫磷、久效磷及磷胺等5种有机磷类杀虫剂在我国被禁用^[27]。本试验研究了三唑磷、丙溴磷、辛硫磷、毒死蜱和乙酰甲胺磷对鹌鹑的毒性,其中除乙酰甲胺磷为中毒外,其余4种对鹌鹑均为高毒甚至剧毒。朱鲁生^[25]研究了辛硫磷、甲氰菊酯及其混剂对鹌鹑的毒性,其中50%辛硫磷乳油对鹌鹑的 LD₅₀(7 d)为 13.09 mg/kg_{体重},与本试验结果一致,都为高毒^[25];赵华等^[26]研究表明40%毒死蜱乳油对鹌鹑的 LD₅₀(7 d)为 6.69 mg/kg_{体重};季静等^[28]研究了两种不同剂型毒死蜱对四种环境生物的毒性评价,其中40%毒死蜱乳油对鹌鹑的 LD₅₀(7 d)为 7.45 mg/kg_{体重},而30%毒死蜱微囊悬浮剂对鹌鹑的 LD₅₀(7 d)为 56.97 mg/kg_{体重}^[26,28]。本试验中15%的毒死蜱颗粒剂对鹌鹑的 LD₅₀(7 d)为 20.0 mg/kg_{体重}。3种不同剂型的毒死蜱对鹌鹑的毒性由高到低依次为乳油>颗粒剂>微囊悬浮剂。另外,陈丽萍等^[29]测定表明30%乙酰甲胺磷乳油对鹌鹑的

LD₅₀ (7 d) 为 31 mg/kg_{体重}, 为高毒, 而本文中乙酰甲胺磷原药对鹌鹑的 LD₅₀ (7 d) 为 115 mg/kg_{体重}, 为中毒, 这可能与剂型有关, 乳油对鹌鹑的影响较大。从上述结果可知, 有机磷类杀虫剂对鹌鹑的影响很大, 在实际应用中应尽可能选用其他对环境生物毒性较低的剂型或药剂。

1967 年 Williams^[30] 提出以保幼激素及蜕皮激素为主的昆虫生长调节剂 (IGRs) 作为第三代杀虫剂。这类药剂作用于昆虫生长发育的关键阶段, 阻碍昆虫的发育进程, 具有很高的选择性, 对人畜十分安全, 具有明显的选择毒性^[31-32]。本文研究了昆虫生长调节剂类的甲氧虫酰肼、虫酰肼、灭幼脲和氟啶脲对鹌鹑的毒性, 不论是制剂还是原药均表现为低毒。此类药剂作用机理不同于作用于神经系统的传统杀虫剂, 其毒性低、污染少、对天敌和有益生物影响小^[31]。而吡咯类药剂虫螨腈对鹌鹑的毒性为高毒, 因此在选用防治黏虫药剂时应该注意其对鹌鹑等有益生物的影响。

4 结论

从以上分析可以看出, 不同类药剂对鹌鹑的毒性不尽相同, 毒性由高到低依次为有机磷类 > 新烟碱类 > 阿维菌素类 > 拟除虫菊酯类 > 昆虫生长调节剂类; 不同剂型对鹌鹑的毒性也不相同, 制剂毒性一般高于原药毒性。因此在田间防治黏虫时, 应该考虑不同剂型的药剂对鹌鹑等环境生物的影响, 在达到防治黏虫的目的同时, 尽量选用对环境生物低毒的药剂和剂型。

参考文献

- [1] 江幸福, 张蕾, 程云霞, 等. 我国粘虫发生危害新特点及趋势分析[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(6): 1444 - 1449.
- [2] 张云慧, 张智, 姜玉英, 等. 2012 年三代黏虫大发生原因初步分析[J]. 植物保护, 2012, 38(5): 1 - 8.
- [3] 姜玉英, 李春广, 曾娟, 等. 我国粘虫发生概况: 60 年回顾[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4): 890 - 898.
- [4] Li Jihong. Occurrence law of armyworm in China and its identification and prevention [J]. Plant Diseases and Pests, 2010, 1(3): 31 - 36.
- [5] 徐延驰. 玉米黏虫的发生原因及防治措施[J]. 农业科技与装备, 2016(1): 21 - 22.
- [6] 董杰, 刘小侠, 岳瑾, 等. 北京地区黏虫对 5 种杀虫剂的抗性[J]. 农药学报, 2014, 16(6): 687 - 692.
- [7] 楚国忠, 杨秀元. 大山雀雏期对越冬后马尾松毛虫幼虫的捕食作用[J]. 动物学杂志, 1987(3): 15 - 17.
- [8] 唐梓钧, 刘子祥, 舒服, 等. 湖南省两种棕鸟再发现——黑领棕鸟和紫翅棕鸟[J]. 四川动物, 2013(2): 211.
- [9] 邓兆荣. 两种新烟碱类杀虫剂对日本鹌鹑的毒性及毒理效应研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2013.
- [10] Berny P, Gaillet J R. Acute poisoning of red kites (*Milvus milvus*) in France: data from the SAGIR Network [J]. Journal of Wildlife Diseases, 2008, 44(2): 417 - 426.
- [11] Vyas N B, Spann J W, Hulse C S, et al. Dermal insecticide residues from birds inhabiting an orchard [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2007, 133(1/3): 209 - 214.
- [12] 农业部农药检定所, 环保部南京环境科学研究所. GB/T 31270. 9 - 2014, 化学农药环境安全评价试验准则第 9 部分: 鸟类急性毒性试验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [13] 郑允文, 蔡道基. 克百威对我国东北地区国家重点保护鸟类的危害可能性评估[J]. 农药科学与管理, 1996, 17(3): 11 - 15.
- [14] 吴德峰. 农药污染与鸟禽类农药中毒[J]. 生态科学, 2000, 19(2): 47 - 52.
- [15] 吴长兴, 赵学平, 吴声敢, 等. 啉虫脒对日本鹌鹑生长与繁殖影响[C]// 成卓敏. 粮食安全与植保科技创新. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2009: 764 - 768.
- [16] 彭鑫林, 王辉宪, 姜晖霞, 等. 新烟碱类杀虫剂定量构效关系及杀虫作用机理的研究进展[J]. 现代农药, 2007, 6(6): 1 - 6.
- [17] 朱九生, 王静, 高海燕, 等. 阿维菌素类药物胁迫对非靶标昆虫家蚕的毒理学效应[C]// 中国环境科学学会学术年会论文集. 第 4 卷. 北京: 中国环境科学出版社, 2010: 4278 - 4282.
- [18] 游泳, 林涛, 李建宇, 等. 5% 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂对 6 种环境生物的急性毒性[J]. 生物安全学报, 2014(1): 40 - 45.
- [19] 魏方林, 朱金文, 李少南, 等. 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油对环境生物的急性毒性研究[J]. 农药科学与管理, 2008, 29(3): 19 - 24.
- [20] 高越, 张润祥, 王振, 等. 不同农药单剂及混配微乳剂的环境毒性研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(12): 295 - 300.
- [21] 毕富春, 赵建平. 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对主要害虫药效概述[J]. 现代农药, 2003, 2(2): 34 - 36.
- [22] 史梦竹, 李建宇, 傅建炜, 等. 8% 高效氯氟氰菊酯微乳剂对环境生物的安全性评价[J]. 生物安全学报, 2014(1): 51 - 55.
- [23] 龚瑞忠, 陈悦, 陈良燕, 等. 溴氟菊酯对环境生物的安全评价研究[J]. 农药学报, 2001, 3(2): 67 - 72.
- [24] Jokačević M, Kosanović M, Brkić D, et al. Organophosphate induced delayed polyneuropathy in man: an overview [J]. Clinical Neurology and Neurosurgery, 2011, 113(1): 7 - 10.
- [25] 朱鲁生. 辛硫磷甲氧菊酯及其混剂对鹌鹑的毒性[J]. 农业环境科学学报, 1999, 18(6): 258 - 259.
- [26] 赵华, 李康, 吴声敢, 等. 毒死蜱对环境生物的毒性与安全性评价[J]. 浙江农业学报, 2004, 16(5): 292 - 298.
- [27] 中华人民共和国农业部公告第 322 号[Z]. 2003 - 12 - 30.
- [28] 季静, 肖斌, 李杨, 等. 两种不同剂型毒死蜱对四种环境生物的毒性评价[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(9): 1681 - 1686.
- [29] 陈丽萍, 赵学平, 吴长兴, 等. 乙酰甲胺磷对环境生物的急性毒性和安全性评价[J]. 浙江农业科学, 2009(4): 771 - 774.
- [30] Williams C M. Third-generation pesticides [J]. Scientific American, 1967, 217(1): 13 - 17.
- [31] 王彦华, 王鸣华. 昆虫生长调节剂的研究进展[J]. 世界农药, 2007, 29(1): 8 - 11.
- [32] 周忠实, 邓国荣, 罗淑萍. 昆虫生长调节剂研究与应用概况[J]. 广西农业科学, 2003(1): 34 - 36.

(责任编辑: 杨明丽)