

# 瓢虫对杀虫剂的敏感性研究

朱福兴 王金信 刘峰 慕卫 张新

(山东农业大学植保系, 泰安 271018)

**摘要** 用 4 种不同类别杀虫剂对 3 种不同用药水平地区的七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* Linnaeus、龟纹瓢虫 *Propylea japonica* (Thunberg) 的毒力进行了测定, 同一种用药水平地区的瓢虫对不同药剂的敏感性差异均极显著, 三氟氯氰菊酯 > 灭多威 > 甲胺磷 > 硫丹; 三氟氯氰菊酯对用药水平较高地区的七星瓢虫幼虫、成虫的毒力分别为硫丹的 8 547 和 617 倍。同种药剂对不同用药水平地区的七星瓢虫的毒力差异不显著, 而用药水平较高地区的龟纹瓢虫较用药水平较低地区的龟纹瓢虫对三氟氯氰菊酯产生了 30.6 倍的抗药性, 这与羧酸酯酶活性提高有关。不同种类杀虫剂对七星瓢虫和抗性棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 的选择指数差异极为显著, 硫丹 > 灭多威 > 甲胺磷 > 三氟氯氰菊酯, 如硫丹为 4.9, 而三氟氯氰菊酯却仅为  $7.3 \times 10^{-6}$ 。硫丹是防治抗性棉蚜值得重视的一种杀虫剂。

**关键词** 七星瓢虫, 龟纹瓢虫, 棉蚜, 杀虫剂, 选择毒力

近十几年来, 由于对害虫防治过分地依靠化学农药, 致使其负作用不断出现, 天敌对害虫的自然控制作用日益减弱, 人们逐渐认识到化学防治和生物防治相互协调的重要性。七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* Linnaeus 和龟纹瓢虫 *Propylea japonica* (Thunberg) 是华北地区农田害虫的重要捕食性天敌, 人们对其生物学、生态学<sup>[1~3]</sup>及其对杀虫剂的敏感性<sup>[4~7]</sup>曾做过不少研究。而今一些害虫如棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 等对多种杀虫剂已产生了不同程度的抗药性, 加之一些新农药又不断被应用, 因此, 当前杀虫剂对天敌昆虫的敏感性及其对天敌与害虫的选择性尚需研究, 以便为指导合理用药及协调化学防治和生物防治提供某些理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试药剂与试剂

药剂: 95% 硫丹原药, 农业部药检所; 78.2% 甲胺磷原药, 宁阳农药厂; 90% 灭多威原药, 济宁化工实验厂; 40% 三氟氯氰菊酯原药, 英国捷利康公司。

试剂: 二硫双对硝基苯甲酸钠 (DTNB), 化学纯, 上海试剂三厂; 坚固兰 B 盐, 进口分装, 上海化学试剂分装厂;  $\alpha$ -醋酸萘酯, 化学纯, 上海化学试剂公司; 毒扁豆碱, 进口分装, 上海化学试剂公司; 溴化硫代乙酰胆碱, 化学纯, 上海试剂一厂。

### 1.2 试虫

试虫来源地及用药背景: 山东夏津县, 老棉区, 用药水平很高, 棉田每年喷药 20 次

以上; 山东泰安市郊区, 粮产区, 用药水平较夏津低; 山东莱芜钢城区, 山区, 天敌避开喷药区的机会较多, 其用药水平较泰安低。

试虫的采集: 七星瓢虫, 上述三地的幼虫、成虫均采自麦田。龟纹瓢虫, 幼虫采自苹果园; 夏津的成虫采自棉田, 泰安、莱芜无棉田, 均采自玉米田。棉蚜, 采自夏津棉田。

### 1.3 毒力测定方法

以丙酮为溶剂, 供测药剂均设5~7个浓度, 每浓度处理试虫20头, 重复3次, 共60头。以丙酮处理为对照, 对照组死亡率大于10%时为无效试验。将检查结果用 Abbott 公式校正, 用  $fx-3600$  计算器求得毒力回归式、相关系数、 $LD_{50}$  等。

**1.3.1 瓢虫幼虫测定:** 采用点滴法, 七星瓢虫及龟纹瓢虫幼虫平均体重分别为26.13 mg及16.7 mg, 用微量点滴仪将0.872  $\mu$ L 药液滴于幼虫的前胸背板, 将处理后的试虫置于罐头瓶中, 以棉蚜饲喂, 48 h 时以身体明显收缩或不能正常爬行为死亡。

**1.3.2 瓢虫成虫的测定:** 采用玻璃瓶药膜法, 将0.1 mL 的药液滴在2 cm×3 cm 的玻璃瓶中, 迅速滚动, 待溶剂挥发后形成均匀的药膜, 将成虫放入瓶内, 每瓶2头, 用纱布封口, 24 h 检查结果, 以不能正常爬行为死亡。

**1.3.3 棉蚜测定:** 点滴法, 用毛细管微量点滴器将0.045  $\mu$ L 药液滴在无翅成蚜的背部, 将其移入一端蒙有纱布的指形管内, 将指形管管口倒置于保湿的棉叶背面, 24 h 检查结果, 以不能正常爬行为死亡。为了与瓢虫幼虫测定单位相统一, 对蚜虫测定单位亦换算成  $\mu$ g 药量/g 体重, 以便求得选择指数。

### 1.4 酶的活力

取龟纹瓢虫成虫9头放入玻璃匀浆器中, 加0.1 mol/L 的磷酸缓冲液 (pH=7.4) 6 mL, 在冰浴下匀浆, 离心10 min (3 000 r/min), 取上清液作为乙酰胆碱酯酶活力测定的酶源。然后用0.04 mol/L 的磷酸缓冲液 (pH=7.0) 稀释1 000倍作为羧酸酯酶活力测定的酶源。乙酰胆碱酯酶与羧酸酯酶活力按慕立义记述的方法测定<sup>[8,9]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 七星瓢虫对4种杀虫剂的敏感性

从表1对七星瓢虫幼虫和表2对其成虫的测定结果看, 4种杀虫剂对不同用药水平地区的七星瓢虫幼虫及成虫的毒力高低顺序是一致的: 三氟氯氰菊酯>灭多威>甲胺磷>硫丹。以对用药水平较高地区夏津种群的测定结果为例, 甲胺磷、灭多威、三氟氯氰菊酯对幼虫的相对毒力指数分别为硫丹的39.6、144.8和8 547.1倍, 对成虫的相对毒力指数分别为硫丹的10.7、118.9和616.6倍。

从同种药剂对不同用药水平地区七星瓢虫幼虫 (表1) 和成虫 (表2) 的测定结果看, 4种药剂分别对夏津、泰安、莱芜种群的毒力比值基本无明显差异; 莱芜种群较夏津、泰安两地种群稍微敏感些, 但其最大差异也仅为两倍左右。可见, 同种药剂对不同用药水平地区七星瓢虫的敏感性差异不大, 未因用药水平不同而表现出抗药性。从同一地区不同药剂对幼虫的毒力相比较 (表1), 设硫丹对莱芜、泰安及夏津的毒力比值均为1, 甲胺磷分别为37.9、37.8和39.6; 灭多威分别为106.4、129.8及144.8; 而三氟氯氰菊酯分别为

6 631.4、9 068.7及8 547.1。再从同一地区不同药剂对成虫毒力相比较(表2), 设硫丹对上述三地成虫毒力比值均为1, 甲胺磷分别为18.8、13.0及10.7; 灭多威分别为128.7、100.1及118.9; 三氟氯氰菊酯则分别高达922.9、1 112.5及616.6。可见, 三氟氯氰菊酯无论是对其幼虫还是成虫毒力均为最高, 其次是灭多威, 再次为甲胺磷, 而以硫丹最为安全。

表1 三地区七星瓢虫幼虫对杀虫剂敏感性测定结果

| 药剂     | 地区 | 毒力回归式<br>( $y=$ ) | LD <sub>50</sub><br>( $\mu\text{g/g}$ ) | 比值  |
|--------|----|-------------------|---|-----|
| 硫丹     | 莱芜 | $1.3841+2.0147X$  | 62.3350                                 | 1   |
|        | 泰安 | $0.3419+2.2014X$  | 130.5897                                | 2.1 |
|        | 夏津 | $0.9611+1.9015X$  | 131.6260                                | 2.1 |
| 甲胺磷    | 莱芜 | $4.6636+1.5500X$  | 1.6434                                  | 1   |
|        | 泰安 | $4.1406+1.5962X$  | 3.4546                                  | 2.1 |
|        | 夏津 | $4.1221+1.6841X$  | 3.3231                                  | 2.0 |
| 灭多威    | 莱芜 | $5.3357+1.4469X$  | 0.5861                                  | 1   |
|        | 泰安 | $4.9942+2.0901X$  | 1.0064                                  | 1.7 |
|        | 夏津 | $5.0840+2.0222X$  | 0.9088                                  | 1.6 |
| 三氟氯氰菊酯 | 莱芜 | $7.0650+1.0711X$  | 0.0094                                  | 1   |
|        | 泰安 | $6.7409+0.9456X$  | 0.0144                                  | 1.5 |
|        | 夏津 | $6.6742+0.9243X$  | 0.0154                                  | 1.6 |

表2 三地区七星瓢虫成虫对杀虫剂敏感性测定结果

| 药剂     | 地区 | 毒力回归式<br>( $y=$ ) | LC <sub>50</sub><br>( $\text{mg/L}$ ) | 比值  |
|--------|----|-------------------|---------------------------------------|-----|
| 硫丹     | 莱芜 | $0.5197+1.8933X$  | 232.5012                              | 1   |
|        | 泰安 | $0.0626+1.9893X$  | 303.3723                              | 1.3 |
|        | 夏津 | $0.9679+1.6266X$  | 301.0302                              | 1.3 |
| 甲胺磷    | 莱芜 | $3.0508+1.7758X$  | 12.3596                               | 1   |
|        | 泰安 | $2.2247+2.0297X$  | 23.2999                               | 1.9 |
|        | 夏津 | $2.6332+1.6341X$  | 28.0802                               | 2.3 |
| 灭多威    | 莱芜 | $4.5127+1.8794X$  | 1.8067                                | 1   |
|        | 泰安 | $4.0679+1.9358X$  | 3.0300                                | 1.7 |
|        | 夏津 | $4.3975+1.4973X$  | 2.5321                                | 1.4 |
| 三氟氯氰菊酯 | 莱芜 | $5.6679+1.1156X$  | 0.2519                                | 1   |
|        | 泰安 | $5.6976+1.2363X$  | 0.2727                                | 1.1 |
|        | 夏津 | $5.3015+0.9681X$  | 0.4882                                | 1.9 |

## 2.2 龟纹瓢虫成虫对4种杀虫剂的敏感性

从表3可见, 4种杀虫剂对龟纹瓢虫成虫毒力高低顺序与其对七星瓢虫成虫的毒力顺序相同, 即: 三氟氯氰菊酯>灭多威>甲胺磷>硫丹, 只不过甲胺磷和硫丹对龟纹瓢虫成虫不象对七星瓢虫成虫的毒力差异那样显著, 其差异尚不足一倍, 而七星瓢虫成虫对甲胺磷的敏感性则比硫丹高出十多倍(表2)。

表3 三地区龟纹瓢虫成虫对杀虫剂敏感性测定结果

| 药剂     | 地区 | 毒力回归式<br>( $y=$ ) | LC <sub>50</sub><br>(mg/L) | 比值   |
|--------|----|-------------------|----------------------------|------|
| 硫丹     | 莱芜 | 1.6647+1.4303X    | 214.7511                   | 1    |
|        | 泰安 | 0.4193+1.9578X    | 218.6724                   | 1.0  |
|        | 夏津 | 1.0965+1.6623X    | 223.0077                   | 1.0  |
| 甲胺磷    | 莱芜 | 1.3244+1.7051X    | 125.9639                   | 1    |
|        | 泰安 | 1.5558+1.6103X    | 137.6647                   | 1.1  |
|        | 夏津 | 0.0485+2.2054X    | 175.8491                   | 1.4  |
| 灭多威    | 莱芜 | 4.0375+1.5634X    | 4.1377                     | 1    |
|        | 泰安 | 3.6964+1.8497X    | 5.0671                     | 1.2  |
|        | 夏津 | 2.7808+1.8378X    | 16.1259                    | 3.9  |
| 三氟氯氰菊酯 | 莱芜 | 6.2827+1.4014X    | 0.1215                     | 1    |
|        | 泰安 | 5.9473+1.1770X    | 0.1567                     | 1.3  |
|        | 夏津 | 4.1083+1.5644X    | 3.7153                     | 30.6 |

从表3同种药剂对不同用药水平地区的龟纹瓢虫成虫的毒力比值看, 各地试虫对硫丹或甲胺磷敏感性差异均不大, 对灭多威虽表现出一定的差异, 但也不显著。而对三氟氯氰菊酯, 用药水平较高地区夏津县种群的敏感性则明显低于用药水平较低的莱芜种群, 比值为30.6, 表明老棉区夏津县的龟纹瓢虫对三氟氯氰菊酯产生了30.6倍的抗药性。

夏津、泰安两地龟纹瓢虫成虫羧酸酯酶和乙酰胆碱酯酶活力测定结果表明抗性主要与羧酯酶的活力提高有关, 而与乙酰胆碱酯酶关系不大(详见表4)。

表4 泰安、夏津两地龟纹瓢虫成虫羧酸酯酶、乙酰胆碱酯酶活力比较

|        | 编号 | 夏津种群<br>(OD值) | 泰安种群<br>(OD值) | 两地 OD 值<br>之比 |
|--------|----|---------------|---------------|---------------|
| 乙酰胆碱酯酶 | 1  | 0.36          | 0.36          | 1             |
|        | 2  | 0.75          | 0.69          | 1.1           |
| 羧酸酯酶   | 1  | 0.023         | 0.011         | 2.1           |
|        | 2  | 0.045         | 0.023         | 2.0           |

注: 编号1、2分别为取0.2 mL和0.4 mL酶源时的测定结果

## 2.3 杀虫剂对瓢虫、棉蚜的选择性

表5、表6的结果表明, 不同种类的杀虫剂对七星瓢虫和棉蚜, 龟纹瓢虫和棉蚜, 都

表现出相同的选择性趋势,即硫丹的选择性最高,灭多威的选择性稍高于甲胺磷,三氟氯氰菊酯的选择性最低。以对七星瓢虫和棉蚜的选择性为例,硫丹的选择指数为4.9,三氟氯氰菊酯的选择指数仅为 $7.3 \times 10^{-6}$ ,其差异极为显著。灭多威、甲胺磷的选择指数分别为0.06和0.01,均明显高于三氟氯氰菊酯而又明显低于硫丹。

表5 杀虫剂对夏津七星瓢虫、棉蚜的选择性

| 药剂     | 七星瓢虫     |                           | 棉蚜       |                           | 选择指数<br>(瓢虫 LD <sub>50</sub> /棉蚜 LD <sub>50</sub> ) |
|--------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|---|
|        | <i>b</i> | LD <sub>50</sub> / (μg/g) | <i>b</i> | LD <sub>50</sub> / (μg/g) |   |
| 硫丹     | 1.9050   | 131.626                   | 1.1597   | 26.995                    | 4.9   |
| 灭多威    | 2.0222   | 0.909                     | 1.1026   | 15.976                    | 0.06  |
| 甲胺磷    | 1.6841   | 3.321                     | 1.4439   | 299.969                   | 0.01  |
| 三氟氯氰菊酯 | 0.9243   | 0.015                     | 1.3234   | 2 115.259                 | $7.3 \times 10^{-6}$                                |

注: *b* 为毒力回归式中的斜率,表6同此

表6 杀虫剂对夏津龟纹瓢虫、棉蚜的选择性

| 药剂     | 龟纹瓢虫     |                           | 棉蚜       |                           | 选择指数<br>(瓢虫 LD <sub>50</sub> /棉蚜 LD <sub>50</sub> ) |
|--------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|---|
|        | <i>b</i> | LD <sub>50</sub> / (μg/g) | <i>b</i> | LD <sub>50</sub> / (μg/g) |   |
| 硫丹     | 1.6067   | 70.503                    | 1.1597   | 26.995                    | 2.6   |
| 灭多威    | 2.2990   | 2.036                     | 1.1026   | 15.976                    | 0.13  |
| 甲胺磷    | 1.6426   | 14.977                    | 1.4439   | 299.969                   | 0.05  |
| 三氟氯氰菊酯 | 1.6938   | 0.290                     | 1.3234   | 2 115.259                 | $1.4 \times 10^{-4}$                                |

### 3 讨论

(1) 关于选择有利于协调化学防治和生物防治关系的农药问题。从本项研究结果看,硫丹对两种瓢虫的毒力明显低于其它3种杀虫剂,另研究又证实它对农田天敌优势种——中华草蛉 *Chrysopa sinica* Jieder 也较安全(待发表)。有人研究证明,硫丹防治棉蚜高效,而棉蚜对硫丹的抗性发展较缓慢,经室内选育出的硫丹抗性棉蚜品系其生命力和繁殖力均较明显下降<sup>[10]</sup>。田间试验又证明硫丹对溴氰菊酯抗性棉蚜有较高的杀虫活性<sup>[11]</sup>。因此,特别是在田间瓢虫数量较多时,硫丹是防治抗性棉蚜值得重视的一种杀虫剂。

(2) 关于瓢虫的抗药性。Atallan 等<sup>[12]</sup>曾报道美国路易斯安那州瓢虫 *Coleomegilla maculata* 对 DDT 产生了6倍的低度抗性。本试验所用的4种杀虫剂分别对不同用药水平地区的七星瓢虫的敏感性均无明显差异;在4种药剂中仅有三氟氯氰菊酯对用药水平高的棉区龟纹瓢虫的敏感性显著降低,抗性达30.6倍。若与相同地区棉田棉蚜对菊酯类农药抗性程度相比较,龟纹瓢虫对该药的抗药性仍是很低的。害虫对药剂高抗性、天敌无抗性或低抗性,这对田间瓢虫的生存是很不利的。自1992年我国棉铃虫连年大发生,我们认为这与天敌对棉铃虫控制作用的削弱也是有关的。

(3) 上述两种瓢虫对三氟氯氰菊酯的抗性为何表现出较明显差异,这可能与二者生物学特性以及使用该药时期不同有关。七星瓢虫不耐高温,主要发生于春夏之交,是控制

棉花苗期蚜虫主要天敌，至夏秋高温季节在田间的种群数量少，降低了这类农药对该天敌的选择压，致使当今未表现抗药性。而龟纹瓢虫耐高温，在棉蚜、棉铃虫整个危害期均有发生，尤其是在夏秋季种群数量大。早在1986年虽已基本停用菊酯类农药防治棉蚜，但自1982年至1992年菊酯类农药始终是防治棉铃虫主要药剂，至今也未断使用，这就增加了菊酯类农药对龟纹瓢虫的选择压，加之菊酯类农药易产生抗药性而且品种之间交互抗性又很显著，所以我们认为这是棉田龟纹瓢虫对三氟氯氰菊酯产生了一定程度抗性的主要原因。

本试验总体表明瓢虫不易产生抗药性，究其原因，有人提出过食物限制学说和前适应学说<sup>[13]</sup>，而这方面研究不多，尚需进一步探讨。

**致谢** 本文是在慕立义教授指导下完成的。

### 参 考 文 献

- 1 马学英, 刘 钊. 龟纹瓢虫的生活习性和在棉田中的消长规律. 安徽农业科学, 1985, 13 (1): 53~56
- 2 颜金龙. 三种瓢虫的消长动态及对棉蚜的控制作用. 生物防治通报, 1988, 4 (2): 83~84
- 3 戈 峰, 丁岩钦. 龟纹瓢虫对棉蚜的捕食行为. 昆虫学报, 1995, 38 (4): 436~441
- 4 黎云根, 唐振华, 刘维德. 杀虫剂对棉蚜和七星瓢虫的选择毒效. 上海昆虫学研究集刊, 1981, 2: 47~57
- 5 郑炳宗, 王政国. 四种杀虫剂对麦长管蚜、七星瓢虫及燕麦蜜蜂的毒力比较. 北京农业大学学报, 1987, 13 (2): 173~181
- 6 郝小草, 胡发清, 方昌源. 七星瓢虫不同虫态对杀虫剂反应的研究初报. 昆虫天敌, 1990, 12 (2): 62~65
- 7 刘 伟, 高希武, 赵光宇等. 抗蚜威对七星瓢虫和麦长管蚜选择性机制的研究. 农药, 1991, 30 (2): 40~41
- 8 慕立义, 吴文君, 王开运等. 植物化学保护研究方法. 北京: 中国农业出版社, 1995. 148~158
- 9 慕立义, 王开运, 姜家良等. 棉蚜对不同药剂抗性发生规律及其机理研究. 农药, 1988, 27 (2): 5~7
- 10 于金凤, 慕立义, 王开运. 4种棉蚜抗药性种群的生命力及繁殖力. 植物保护学报, 1996, 23 (1): 73~78
- 11 王开运, 慕立义, 谢来泉等. 硫丹对抗药性棉蚜、棉铃虫的防治效果及应用展望. 农药, 1993, 32 (2): 2~4
- 12 Atallan Y H. Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata*. J. Econ. Entomol., 1996, 59: 1 173~1 179
- 13 Tabashnik B E. Evolution of pesticide resistance in predator/prey systems. Bull. ESA. 1986, 32: 156~161

## STUDIES ON INSECTICIDE SUSCEPTIBILITY OF LADY BIRDS

Zhu Fuxing Wang Jinxin Liu Feng Mu Wei Zhang Xin

(Department of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian 271018)

**Abstract** Susceptibility to four kinds of insecticides of *Coccinella septempunctata* Linnaeus and *Propylea japonica* (Thunberg) collected from regions where insecticides application levels were different was assayed. Differences of susceptibility of lady birds collected from the same region to different insecticides were remarkable. The order of toxicities was: cyhalothrin > methomyl > methamidophos > endosulfan. Toxicity of cyhalothrin to larvae of *C. septempunctata* was 8560 times higher than that of endosulfan and to adult was 617 times higher. Differences of susceptibility of *C. septempunctata* to the same insecticide among populations from different regions were not obvious. But *P. japonica* collected from Xiajin county where application level of insecticides was high showed 30.6 times more resistant to cyhalothrin when compared with the population from Laiwu where the application level of insecticides was low. The selective toxicity of different insecticides to *C. septempunctata* and resistant *Aphis gossypii* differed greatly. The order of selective toxicities was: endosulfan > methomyl > methamidophos > cyhalothrin. The selective toxicity index of endosulfan was 4.9 where as the selective toxicity index of cyhalothrin was only  $7.3 \times 10^{-6}$ . Endosulfan is recommended to control the resistant *A. gossypii*.

**Key words** *Coccinella septempunctata* Linnaeus, *Propylea japonica* (Thunberg), *Aphis gossypii* Glover, insecticides, selective toxicity