

· 研究论文 ·

多杀菌素对小菜蛾体内多功能氧化酶和保幼激素酯酶活力的影响

魏 辉^{1,3*}, 李洪山^{1,2}, 戴华国¹, 王 娟¹

(1. 南京农业大学 植物保护学院, 江苏 南京 210095; 2. 江苏省盐城市农业科学院, 江苏 盐城 224002;
3. 福建省农业科学研究所 植物保护研究所, 福建 福州 350013)

摘 要: 采用生化分析方法, 测定了不同浓度多杀菌素 (spinosad) 处理后小菜蛾体内多功能氧化酶 (mixed-function oxidases MFOs) 和保幼激素酯酶 (juvenile hormone esterase, JHE) 的活性, 分析了酶活性的变化动态。结果表明, 小菜蛾体内 MFOs 和 JHE 活性变化趋势受多杀菌素浓度影响。用 LC₅₀ 浓度处理后其保幼激素滴度变化趋势与对照相似, 用 LC₈₀ 浓度处理后保幼激素滴度降低, 并且滴度高峰出现时间比对照有所提前。不同浓度多杀菌素对氧化酶 O-脱甲基活力的影响具有时间效应, 用 LC₂₀ 浓度处理后的活力曲线上升拐点出现在 24 h, LC₅₀ 浓度处理的则出现在 12 h, 除 LC₈₀ 浓度处理在 36 h 时活力值高于对照外, 多杀菌素各处理都能抑制氧化酶 N-脱甲基活力。高剂量 (LC₅₀, LC₈₀) 作用后小菜蛾体内保幼激素降解率与氧化酶 N-或 O-脱甲基活力有相似的变化趋势。

关键词: 多杀菌素; 小菜蛾; 保幼激素; 多功能氧化酶

中图分类号: S436.341.24; S481.1

文献标识码: A

文章编号: 1008-7303(2006)03-0239-06

Effect of Spinosad on the Activities of Juvenile Hormone Esterase and Mixed-function Oxidases of *Plutella xylostella*

WEI Hu^{1,3}, LI Hong-shan^{1,2}, DAI Hua-guo¹, WANG Juan¹

(1. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. Yancheng Academy of Agricultural Sciences, Yancheng Jiangsu 224002, China;

3. Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, China)

Abstract The induced activities of the mixed-function oxidases (MFOs) and juvenile hormone esterase (JHE) in vivo of *Plutella xylostella* treated with different concentrations of spinosad were investigated. The results show that the dynamics of target enzymes activities depended on the treated concentrations of spinosad. The juvenile hormone (JH) titers induced by LC₅₀ were similar to the control. The JH titer peaks induced by LC₈₀ were appeared ahead and maintained a lower level as compared with control. The dynamics of O-demethylation activities induced by all tested concentrations were fluctuated with treating time. The increasing inflexion of dynamic curves induced by LC₂₀ and LC₅₀ occurred at 24 h and 12 h, respectively. All treatments except LC₈₀ at 36 h could restrain the N-demethylation activities.

收稿日期: 2006-04-04 修回日期: 2006-08-10

作者简介: * 魏辉 (1972-), 男, 通讯作者, 博士, 副研究员, 主要从事植物源农药与农药毒理的研究。通讯地址: 福建省农业科学院植物保护研究所 (350013); 联系电话: 0591-87573444; E-mail: weihu318@hotmail.com

基金项目: 福建省自然科学基金重点项目 (B0320003); 中国博士后科学基金 (2005037735)

JH titers and the activities of O-demethylation and N-demethylation induced by higher concentrations of spinosad (LC₅₀ and LC₈₀), could be interactional

Key words spinosad *Plutella xylostella*; juvenile hormone mixed-function oxidases

小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) 属鳞翅目 (Lepidoptera) 菜蛾科 (Plutellidae), 是十字花科蔬菜的主要害虫之一, 全球每年防治费用高达 1 亿美元^[1]。由于杀虫剂的不合理使用, 加上小菜蛾每年发生代数多, 繁殖系数高, 导致其抗药性迅猛提高^[1, 2]。目前, 小菜蛾对所有用于其防治的杀虫剂甚至转基因植物均产生了抗药性^[3-7]。

杀虫剂的毒力大小主要是以害虫死亡率作为评价指标的, 但随着时间的推移以及个体接触药量的差异, 对一些害虫的生长发育也会产生不同的影响^[8]。同时, 一些研究表明, 昆虫抗药性的产生常伴有发育速率较慢、存活率和生殖力低等适合度劣势^[9]。在田间实际应用中, 不同类型杀虫剂的不同作用方式将会使这种影响显得更为复杂。

多杀菌素 (spinosad) 是一类由发酵产物分离获得的新颖大环内酯化合物, 能有效地控制鳞翅目、双翅目和缨翅目害虫, 对捕食性昆虫表现出较低毒性^[10]。但是随着多杀菌素的商业化制剂——菜喜 (Success) 被广泛地用于防治小菜蛾等十字花科蔬菜害虫以后, 其抗药性问题也引起了人们关注^[11], 但对于不同剂量多杀菌素对小菜蛾抗药性相关酶系、生长发育生理指标及其相互关系尚缺乏系统的研究。

保幼激素 (juvenile hormone, JH) 是调节昆虫生长发育的主要激素之一, 也是控制小菜蛾生长发育的重要因素^[12]。作为 JH 的代谢酶类, 保幼激素酯酶 (juvenile hormone esterase, JHE) 对控制昆虫体内保幼激素滴度起着很重要的作用^[12, 13], 其活性也可能受到不同类型和不同剂量杀虫剂的影响。多功能氧化酶系 (mixed-function oxidases, MFOs) 是昆虫体内重要的代谢酶和解毒酶, 在杀虫剂代谢、昆虫抗药性、保幼激素和蜕皮激素的代谢等方面都具有重要的作用^[14]。

作者采用生化分析方法, 研究了不同浓度多杀菌素作用后小菜蛾体内多功能氧化酶活性和保幼激素滴度变化之间的关系, 旨在为进一步了解多杀菌素的作用机理, 探讨药剂的合理使用方法, 保证小菜蛾的持续控制等方面提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试虫来源及处理

小菜蛾 *Plutella xylostella* 虫源引自武汉蔬菜研究所, 在南京农业大学养虫室内 (25℃ ± 1℃, RH 85%, 16 L : 8 D), 用油菜 (*Brassica napus*, 秦优七号) 续代饲养, 成虫用质量分数为 10% 的蔗糖溶液补充营养。

采用多杀菌素 LC₂₀、LC₅₀、LC₈₀ 3 个浓度喷施油菜苗, 自然晾干后接入刚蜕皮的 3 龄小菜蛾幼虫, 在施药处理后 1、12、24、36 h 分别取 5 头小菜蛾活虫制备酶液。

1.2 供试药剂和仪器

多杀菌素 (spinosad), 商品名为菜喜 (Success) 乳油 (有效成分质量分数为 2.5%), 由美国陶氏益农公司生产。³H-JH (10 C) 由美国杜邦 (DuPont) 原子能研究所标记合成, 由中国科学院动物研究所提供, 放射性比活度为 444.0 GBq / mmol 使用时用异辛烷稀释。异辛烷、磷酸缓冲液 (pH = 7.0)、碱性甲醇 (取浓氨溶液 1 mL, 加甲醇至 10 mL, 混匀)、亲水型闪烁液 [(2, 5-二苯恶唑 (PPO) 5 g, 1, 4-双-2-(5-苯基恶唑) 苯 (POPOP) 0.5 g, 二甲苯 665 mL, Triton X-100 335 mL], 均由国产分析纯试剂配制。苯硫脲 (PTU)、对硝基苯甲醚、二硫代苏糖醇 (DTT)、苯甲基磺酰氟 (PM SF)、辅酶 II (NADPH) 为进口分装。

Beckman LS-9800 型液体闪烁计数器, Biofuge D-37520 型冷冻离心机, 751-2 型紫外分光光度计。

1.3 生物测定方法

参照 Ismail 等的叶片药膜法^[15]。取新鲜无农药污染的甘蓝叶片浸在系列浓度的药液中 10 s 以蒸馏水作对照, 室内晾干后接大小一致的 3 龄幼虫 (2~3 mg/头), 每浓度 3 次重复, 每次重复 10 头幼虫, 48 h 后统计结果, 按 Finney 机率值分析法^[16] 计算 LC₂₀、LC₅₀ 和 LC₈₀ 值。

1.4 JHE 活力测定

参照戴华国等^[17, 18]的方法制备酶液, 将小菜蛾幼虫称重, 并按比例 (每 mL 缓冲液 60 mg 虫体) 加入预冷的 0.1 mol/L (pH = 7.0) 的磷酸缓冲液于匀浆器中, 冰浴下匀浆; 立即转入塑料离心管内, 于

-10℃下静置过夜;再于4℃、5 000 r/min离心10 min,收集上清液于低温冰箱中保存备用。

采用放射化学法(RC)测定^[13,14]。将待测液加入稀释后的³H-JH标样溶液中,在29℃±1℃下温浴30 min后用碱性甲醇溶液终止反应。涡旋振荡5 min后用异辛烷振荡萃取10 min;再涡旋振荡

$$Y(\%) = [(B - C) \times V_2 / 50 - D] / [(A - C) \times V_1 / 50 + (B - C) \times V_2 / 50] \times 100$$

式中,Y%:校正后的³H-JH标样被降解的百分率;A:样本上层液所测出的DPM的平均值;B:样本下层液所测出的DPM的平均值;C:不加酶液和磷酸缓冲液,仅用闪烁液所测出的DPM的平均值(本底值);D:用磷酸缓冲液替代酶液后样本下层液的DPM值(对照值);V₁:样本上层液总体积(500μL);V₂:样本下层液总体积(200μL)。

1.5 多功能氧化酶(MFOs)活力测定^[20]

将5头试虫置于1 mL 0.1 mol/L pH=7.8(含1 mmol/L EDTA, 1 mmol/L DTT, 1 mmol/L PTU, 1 mmol/L PM SF)的磷酸缓冲液中,冰浴下匀浆。匀浆液在4℃、1.2×10⁴ r/min下离心10 min,取上清液再次离心30 min,再取上清液800 μL用超纯水定容至4 mL作测定酶源。

氧化酶O-脱甲基活力的测定:以对硝基苯甲醚为底物,在MFOs的作用下,生成对硝基苯酚钠,以对硝基酚作标准曲线。反应体系为2 μmol/L的对硝基苯甲醚1.5 mL,9.6 mmol/L的NADPH 0.15 mL和酶液1.35 mL,30℃下静置30 min后测定。在405 nm下比色,用对硝基酚的生成量表示酶活力[μmol·L⁻¹·mg⁻¹pro·(30 min)⁻¹];氧化酶N-脱甲基活力测定用对氯-N-甲基苯胺作底物,在MFOs的作用下,生成对氯苯胺。以对氯苯胺作标准曲线。反应体系为2 μmol/L的对氯-N-甲基苯胺1.5 mL,9.6 mmol/L的NADPH₂ 0.15 mL和酶液1.35 mL,30℃下静置30 min后测定。在387 nm下比色,用对氯苯胺的生成量表示酶活力[μmol·L⁻¹·mg⁻¹pro·(30 min)⁻¹]。

1.6 蛋白质浓度测定

采用考马斯亮蓝G-250法^[21]。

2 结果与分析

2.1 生物测定结果

结果表明,多杀菌素对小菜蛾的校正死亡率机率值(y)与浓度的对数值(x)的线性关系式为: $y = -2.0184x + 5.2951$,相关系数 $R^2 =$

0.9575,回归关系的显著性测验F值是45.01,达到0.05显著水平;回归截距的标准误差 $S_a = 0.15$,95%置信限为 5.3 ± 0.64 ;回归系数的标准误差 $S_b = 0.30$,95%置信限为 2.02 ± 1.30 ,都达到0.05显著水平。计算得出LC₂₀值是0.20 mg/L,LC₅₀值为0.51 mg/L,LC₈₀值为1.33 mg/L。

2.2 保幼激素酯酶(JHE)活力变化

昆虫体内保幼激素的滴度与JHE活力变化呈负相关,即保幼激素被降解得越多,则表示昆虫体内JHE的活力越高,保幼激素滴度越低。由图1看出,对照小菜蛾体内保幼激素降解率是呈先下降后上升的趋势,表明正常小菜蛾(对照)体内保幼激素滴度在同龄前期的含量较低,在龄期中期达到最大值,而在脱皮前又降到低水平。经多杀菌素处理后,小菜蛾体内保幼激素的正常代谢受到干扰,受干扰程度与多杀菌素用量有关。用LC₅₀、LC₈₀浓度处理后,小菜蛾保幼激素滴度变化趋势与对照的相似,但LC₈₀处理者保幼激素滴度总体上小于对照,滴度高峰出现时间比对照有所提前;用LC₂₀剂量处理后,保幼激素滴度先是明

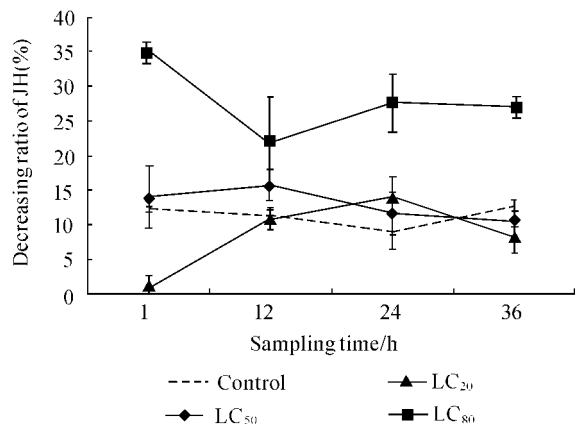


Fig. 1 Dynamics of JH degrading ratio of plutella xylostella treated with different concentrations of spinosad

显减少, 24 h后又有所回升。可见, 多杀菌素可以干扰小菜蛾幼虫中保幼激素的正常代谢, 从而影响其正常生长发育进程。用 3种剂量多杀菌素处理后, 小菜蛾体内保幼激素降解率与对照降解率的相对值变化趋势基本一致, 用 LC_{20} 剂量处理后相对值增减幅度在 $-92.43\% \sim 57.74\%$, LC_{50} 处理后其增减幅度在 $-12.69\% \sim 38.20\%$, LC_{80} 处理后相对值变化呈增加趋势, 增加幅度在 $92.37\% \sim 207.95\%$ 之间。

2.3 多功能氧化酶 (MFOs) 活力变化

对照小菜蛾的氧化酶 O-脱甲基活力随时间变化的波动幅度在 $0.58 \sim 6.53 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{pro} \cdot (30 \text{ min})^{-1}$, 而经多杀菌素处理后, 小菜蛾体内的 O-脱甲基活力有明显变化, 高浓度 (LC_{80}) 作用后 1 h 其活力高于对照, 随后逐渐下降, 在 24 h后又突然升高, 36 h时明显高于对照。 LC_{20} 、 LC_{50} 浓度处理后的小菜蛾体内 O-脱甲基活力变化趋势与对照基本一致, 但 LC_{20} 处理后的活力变化上升拐点在 24 h, LC_{50} 用量的在 12 h (见图 2)。图 3 说明不同浓度多杀菌素对氧化酶 O-脱甲基活力的影响是有时间效应的。

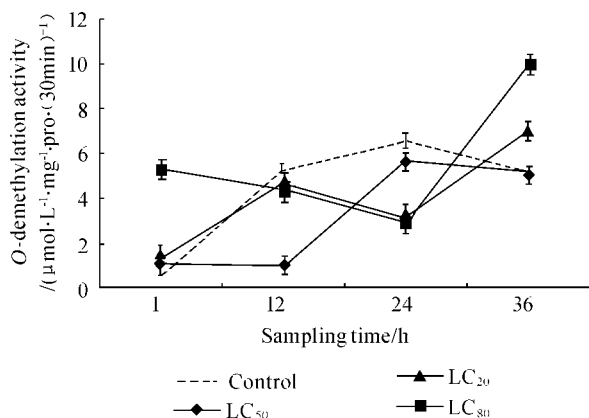


Fig. 2 O-demethylation activity dynamics of *Plutella xylostella* treated with different concentrations of spinosad

不同浓度多杀菌素处理后的小菜蛾体内氧化酶 N-脱甲基活力随时间变化趋势见图 4。用 LC_{20} 、 LC_{50} 浓度处理后, 该酶活力值随时间变化趋势与对照的相似, 但低于对照; LC_{80} 浓度处理后的酶活力值随时间延长而提高; 除 LC_{80} 处理者在 36 h 时活力值高于对照外, 其余各处理的酶活力都受到抑制。图 5 也表明多杀菌素作用量大小对氧化酶 N-脱甲基活力有抑制或增强关系。

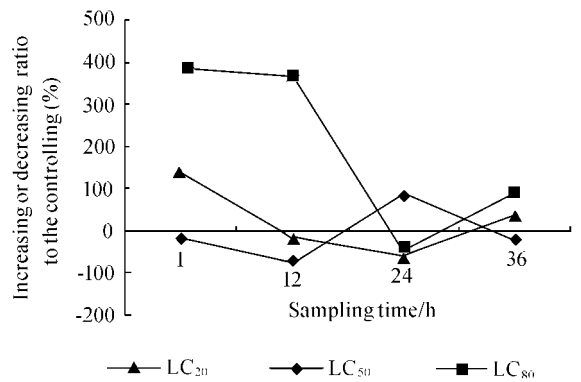


Fig. 3 The increasing or decreasing ratio of O-demethylation activity of *Plutella xylostella* treated with different concentrations of spinosad compared with control groups

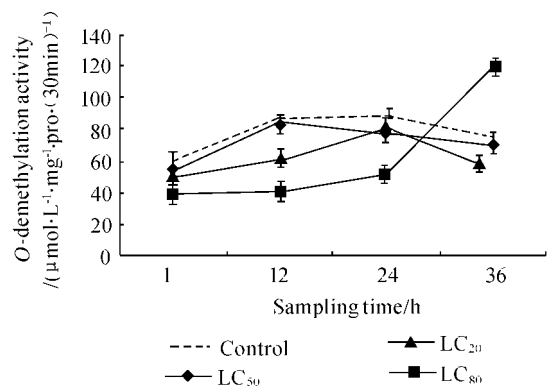


Fig. 4 N-demethylation activity dynamics of *Plutella xylostella* treated with different concentrations of spinosad

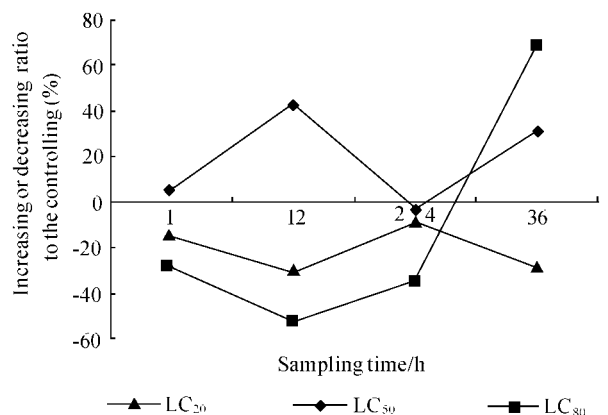


Fig. 5 The increasing or decreasing ratio of N-demethylation activity of *Plutella xylostella* treated with different concentrations of spinosad compared with control groups

2.4 保幼激素酯酶活力与多功能氧化酶活力变化的关系

从图 6 可见,多杀菌素 LC₂₀用量下,保幼激素滴度变化与氧化酶 N-或 O-脱甲基活力变化的趋势走向明显不一致;在 LC₅₀用量时二者具有一定关系;在 LC₈₀用量时二者关系明显。说明高剂量多杀菌素作用可以诱导小菜蛾体内氧化酶活性变化,并可以使保幼激素滴度发生同步变化。

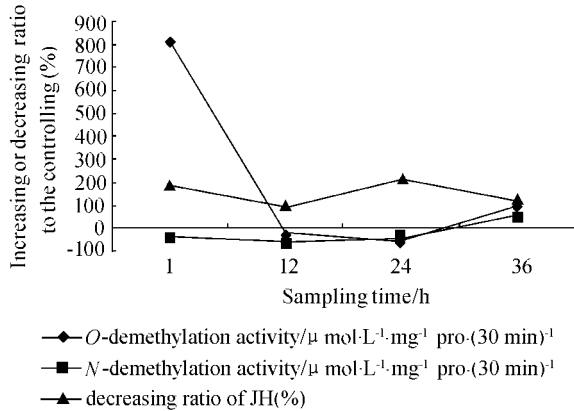


Fig 6 The increasing or decreasing ratio of the O(N)-demethylation activity and the JH degrading ratio of *Plutella xylostella* treated with different concentration of spinosad

3 讨论

昆虫变态发育受到促前胸腺激素 (prothoracic hormone, PTH)、蜕皮激素 (molting hormone, MH)、保幼激素 (juvenile hormone, JH) 三者相互协调、相互制约的影响。昆虫脑神经分泌细胞合成和分泌的 PTH 经咽侧体释放后,刺激前胸腺使其分泌蜕皮激素,蜕皮激素与保幼激素协同调控昆虫变态发育。若这一过程受到干扰,则昆虫的变态发育进程就会有所改变^[22, 23]。本研究结果表明,多杀菌素处理后,小菜蛾保幼激素受到不同程度的影响,高剂量 (LC₈₀) 作用可明显降低小菜蛾体内保幼激素滴度,从而使小菜蛾龄期变短,增加繁殖代数。

MFOs 主要作用于杀虫剂、保幼激素和蜕皮激素的代谢等方面^[14, 24]。本研究表明,经多杀菌素处理后,小菜蛾体内氧化酶 O-脱甲基活性和 N-脱甲基活性在大多数时段都受到抑制,不仅会影响到小菜蛾对多杀菌素的代谢,还会影响其他药剂的使用效果。同时,由于 MFOs 中各种酶的作用是一个协调体系,其中一种酶活性发生改变,必然

会影响到其他酶的活性,对保幼激素有代谢作用的 P450 酶活性同样会受到氧化酶 O(N)-脱甲基活力的影响。

本研究结果还表明,经多杀菌素作用后,小菜蛾体内保幼激素滴度和 O(N)-脱甲基活力都发生了变化,并且有一定的同步性。因此,不同药剂敏感性害虫在生态适应性方面会有差异,从而使寄主植物-植食性昆虫-杀虫剂呈现复杂关系^[25]。

参考文献:

- [1] Talekar N S, Shelton A M. Biology, ecology and management of the diamondback moth [J]. *Ann Rev Entom*, 1993, 38: 275-301.
- [2] Lin G S. Integrated pest management of diamondback moth: practical realities [A]. Talekar N S. Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests Proceedings of the Second International Workshop [C]. Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 1992: 109-114.
- [3] Peng F S. A Study on Teflubenzuron Resistance in the Diamondback Moth *Plutella xylostella* (L.) [D]. Taiwan: Chung Hsing University, 1987.
- [4] Tabashnik B. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis* [J]. *Annu Rev Entomol*, 1994, 39: 47-79.
- [5] Yu S J, Nguyen S N. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in the diamondback moth [J]. *Pest Bioch Phys*, 1992, 44: 74-81.
- [6] Zhao J Z, Li Y X, Collins H L, et al. Monitoring and characterization of diamondback moth (*Lepidoptera: Plutellidae*) resistance to spinosad [J]. *J Econ Entom*, 2002, 95 (2): 430-436.
- [7] Zhao J Z, Hill A L, Collins H L, et al. Development and characterization of diamondback moth resistance to transgenic broccoli expressing high levels of cry1C [J]. *Appl Environ Microbiol*, 2000, 66(9): 3784-3789.
- [8] Friedel T, McDonnell P A. Cymazine inhibits reproduction and larval development of the Australian sheep blow fly (*Diptera: Calliphoridae*) [J]. *J Econ Entomol*, 1985, 78: 868-873.
- [9] YAO Hong-wei (姚洪渭), YE Gong-yin (叶恭银), CHENG Jia-an (程家安). 害虫抗药性适合度与内分泌调控研究进展 [J]. *Entomol Knowl (昆虫知识)*, 2002, 39 (3): 181-187.
- [10] LI Heng (李恒), WANG Qing-ming (汪清民), HUANG Run-qin (黄润秋). 多杀菌素的研究进展 [J]. *Chin J Pestic Sci (农药学报)*, 2003, 5(2): 1-12.
- [11] YANG Jie (杨捷), LI Zheng-mei (李增梅), LIU Yi-quan (刘银泉), et al. 小菜蛾抗多杀菌素和敏感品系耐低温能力的比较 [J]. *Chin J Pestic Sci (农药学报)*, 2004, 6 (2): 25-31.
- [12] Fikri P, Wilk H, Gerig L, et al. Juvenile hormone, vitellogenin and haemocyte composition in diamond moth (*Plutella xylostella*) [J]. *Experientia*, 1977, 33: 1240-1241.

- [13] ZHANG Dong-fang (章东方). 昆虫保幼激素酯酶研究进展 [A]. WU Kong-ming (吴孔明), CHEN Xiao-feng (陈晓峰). Advance in Entomology (昆虫学研究进展) [C]. Beijing (北京): China Science and Technology Press(中国科学技术出版社), 2000. 160-163
- [14] Feyereisen R. Cytochrome P450 in insect [A]. Schenkman J B. Cytochrome P450 [C]. Berlin: Springer, 1993 311-324
- [15] Ismail F, Wright D J. Cross-resistance between acylurea insect growth regulators in a strain of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) from Malaysia [J]. Pestic Sci, 1991, 33(3): 359-370
- [16] Finney D J. Probit Analysis (Third Ed) [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.
- [17] DAI Hua-gao (戴华国), JIANG Jin-lin (姜金林), LI Yuan-xi (李元喜), et al. 赤眼蜂寄生后亚洲玉米螟卵内保幼激素酯酶活力与蜕皮激素滴度的变化 [J]. J Nanjing Agric Univ (南京农业大学学报), 2002, 25(1): 31-34.
- [18] DAI Hua-gao (戴华国), CHENG Wei (程薇), WU Xiao-yi (吴晓毅), et al. 稻褐飞虱保幼激素酯酶活力的测定 [J]. J Nanjing Agric Univ (南京农业大学学报), 1997, 20(4): 108-110
- [19] YAN Wei-yu (颜伟玉), XU Biao (许标), XIE Xian-bin (谢宪兵), et al. 化学放射法测定蜜蜂保幼激素酯酶活性 [J]. Acta Agricultrae Universitatis Jiangxiensis (江西农业大学学报), 2004, 26(5): 785-786
- [20] Yu S J, Nguyen S N. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in the diamondback moth [J]. Pestic Biochem Physiol, 1992, 44(1): 74-81.
- [21] Bradford W W. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding [J]. Anal Biochem, 1976, 72: 248-254.
- [22] Rembold H, Subrahmanyam B, Muller T. Corpus cardiacum-target for azadirachtin [J]. Experientia, 1989, 45: 361-363.
- [23] Subrahmanyam B, Rembold H. Effect of azadirachtin A on neuroendocrine activity in *Locusta migratoria* [J]. Cell Tissue Res, 1989, 256: 512-517
- [24] Smaghe G, Tarbochan S D, Stefaan D, et al. Action of the ecdysteroid agonist tebufenozide in susceptible and artificially selected beetle armyworm [J]. Pestic Sci, 1998, 54(1): 27-34
- [25] WEI Hui (魏辉), ZHAO Shi-xi (赵士熙), HU Jin-feng (胡进锋), et al. 寄主植物对小菜蛾田间种群抗性衰退及其酯酶活性的影响 [J]. J Fujian Agric Forestry Univ (Nat Sci Ed), 2006, 35(2): 138-142.

(Ed. JIN SH)

欢迎订阅 《现代农药》

(邮发代号28-304)

(双月刊)

《现代农药》是中国农药行业科技类重点刊物, 网站<http://nyxd.chinajournal.net.cn>。刊号CN 32-1639/TQ (国内)、ISSN 1671-5284 (国际)。

《现代农药》是美国化学文摘CA收录期刊、中国核心期刊 (遴选) 数据库收录期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊、万方数据数字化期刊群收录期刊、中国期刊网、中国学术期刊 (光盘版) 全文收录期刊、中国期刊全文数据库收录期刊、中文科技期刊数据库收录期刊。

《现代农药》及时报道中国农药研究技术最新进展, 密切关注国内外农药机构、农药品种及市场的最新动态, 着力展示中国农药行业发展水平、促进农药界的技术交流与进步。

《现代农药》定价60.00元/年, 10.00元/期。

可通过邮局或编辑部订阅。

汇款方式:

开户行: 工商银行南京上新河分理处

帐号: 4301014109100060559

收款单位: 江苏省农药研究所股份有限公司

邮汇地址: 南京市螺丝桥80号 《现代农药》编辑部

邮编: 210019

联系电话: 025-86581148

传真: 025-86581147

联系人: 顾群 柏亚罗

Email: agrochem@263.net

