

# 杀虫剂田间毒理研究的新进展

赵善欢 陈文奎 张 兴 潘文亮 张金玉

(昆虫毒理研究室)

**摘要** 本文扼要地介绍了杀虫剂田间毒理的观点及近年来的进展,指出杀虫剂田间毒理的主要观点是:在化学药剂、环境条件及害虫三者互相联系、互相制约的基础上,研究在田间生态条件下如何提高药剂对害虫个体及群体的防治效果,最大限度地发挥化学防治在害虫综合治理(IPM)中的作用。主要进展有:1. 以生态学为基础,用田间毒理观点为指导,系统地研究了荔枝的自然抗药性现象,包括自然抗药性机理、实际防治措施及施药技术等,为有效地解决生产实际问题提供了理论依据。2. 通过对植物杀虫剂及昆虫生长发育调节剂的研究,为综合治理提供了新型药剂。3. 利用“累积虫日”等参数,改进了田间药效的评价方法。这些观点和研究成果将进一步推动我国昆虫毒理学及害虫防治技术的发展。

**关键词** 杀虫剂田间毒理; 荔枝; 自然抗药性; 植物杀虫剂; 昆虫生长发育调节剂; 累积虫日

“杀虫剂田间毒理”的概念是作者之一(赵善欢)1962年首先提出的<sup>[4]</sup>。经过20多年的研究和实践,在内容及方法上进一步得到充实和发展。其主要观点是:田间毒理是在化学药剂、环境条件及害虫三者互相联系、互相制约的基础上研究害虫的个体及群体在田间情况下如何提高药效,以达到化学防治及综合防治的目的。田间毒理与环境毒理不同,环境毒理主要研究农药对环境的污染及农药在环境中的变化;而田间毒理则着重于探索生物因子及非生物因子与杀虫剂作用的关系,研究害虫种群及其天敌对药剂的反应。

昆虫毒理学是以昆虫生理、生化为基础的。近10余年来有很大的发展。但我们认为仅在实验室的条件下进行象分子毒理学那样细致的研究是十分重要的,近年来有了显著的进展,必须重视,然而这并不全面。毒理试验还必须在田间进行,特别在农业科学及农业生产上,要以生态学观点为指导,进行研究。最近国际上关于从生态学观点出发指导杀虫剂的应用,来达到害虫治理的目的,这方面有了不少进展<sup>[5]</sup>,这种观点与作者所提出的基本上是一致的。

我们认为,田间和室内存在着显著差别:(1)田间的环境条件(温度、光照、湿度、降雨量等)与室内的不同。(2)田间害虫的取食和营养条件与室内的不同。(3)田间害虫种群的结构及其在生理上和行为上与室内的不同。(4)在田间存在着植物与昆虫的复杂关系及昆虫与其他动物的关系,这些状况在室内一般是不能直接观察到的。从科学发展的要求来看,昆虫毒理学的研究,必须田间与室内并重而又应紧密结合。田间施药应具有生态学观点。昆虫毒理的研究必须与生态学(农田生态系统)及作物栽培相结合。我们提出的根

1991-03-06 收稿

据及研究内容与传统的昆虫毒理有所不同。因此,我们明确地提出“田间毒理”这一个新概念。根据我们近几年关于荔枝蜡蛾自然抗药性的研究、施药技术的研究、川楝素对菜青虫生物活性的研究及昆虫生长发育抑制剂对水稻害虫防治的研究等,从而认为“杀虫剂田间毒理”可以逐步发展成为一门独立的学科,称为“田间昆虫毒理学”。

60年代以来,我们即从事荔枝蜡蛾 (*Tessaratomia papillosa*) 自然抗药性的季节变化的研究。根据田间毒理学的理论指导,近年来我们对这一课题又进行了系统深入的研究,获得的成果主要有:(1)用<sup>14</sup>C-敌百虫处理不同季节中的荔枝蜡成虫,敌百虫穿透荔枝蜡体壁的剂量存在着极显著的差异。在夏季新羽化成虫中,点滴前胸背板后40 min,约有75%的药剂穿透进入虫体;而在越冬虫中,同样的处理,仅有40%左右的药剂穿透进入虫体。说明在自然抗药性最高的越冬期,杀虫剂穿透进入虫体的剂量最少,同时到达作用靶标头部的剂量也最少;而在自然抗药性最低的春季生殖期,杀虫剂不但能迅速穿透体壁,而且到达头部的剂量也比越冬期高3.7倍。(2)测定了几种酶系的季节性变化,证明羧酸酯酶、乙酰胆碱酯(AChE)、和多功能氧化酶(MFO)活性的变化呈“V”形,即在新羽化成虫中活性较高,到越冬期降低,翌年春后进入生殖期则又重新上升,说明荔枝蜡体内胆碱酯酶以及解毒酶系(羧酸酯酶, MFO等)的变化与荔枝蜡自然抗药性的变化呈负相关,即在越冬期自然抗药性最高时,酶活性最低,当生殖期自然抗药性最低时,酶活性最高。这与荔枝蜡整体代谢水平的变化密切相关,是在长期环境选择压力下自然形成的抗药性,并以遗传的形式固定下来。这种抗逆力的本质就是生殖滞育(Reproductive diapause)<sup>[1,2]</sup>,而当前大量存在的昆虫对农药的获得抗性(抗性品系)虽然也是遗传的,但与自然抗药性比较,差别很大。因此对害虫的防治策略也不同。我们提出每年在适当时期喷射敌百虫的防治方法,大田试验获得很高的效果,已在大面积成功地推广应用。荔枝蜡尚未对敌百虫产生获得抗性,至今没有抗性种群产生出来,说明这种施药方法是科学的。值得注意的是,经过20多年的应用,对这方面的进一步研究,将丰富田间毒理学的内容,并可为解决害虫抗药性提供新的理论依据。

最近我们认为农药使用技术也是杀虫剂田间毒理研究的一个重要方面。我们首次测定了荔枝叶面敌百虫沉积量对荔枝蜡的毒效。以常用的昆虫毒理学试验方法对荔枝蜡进行一系列的试验,对于说明药剂的毒理是需要的,例如说明成虫自然抗药性季节变化的规律。但测定方法与田间条件下药剂对荔枝蜡发挥毒杀作用的实际情况有一定的距离。室内测定常用点滴法把敌百虫点滴于荔枝蜡前胸背板上,以求出致死中浓度。在田间喷雾,荔枝蜡虫体除直接地接受一部分药液外,往往是通过接触沉积于中间靶体上(荔枝叶上)的药液而中毒致死的。足部跗节是接受药剂的主要部位,而跗节对敌百虫更为敏感而易于侵入。我们系统测定了荔枝叶面敌百虫沉积量对荔枝蜡的毒效,发现在田间用0.046%的敌百虫喷雾,荔枝蜡叶面的药液沉积量可大大超过对荔枝蜡的致死量,在春夏季可获得良好的防治效果。因此,改进施药技术,选用适宜的喷雾器械,敌百虫使用浓度可比常用的降低一半以上,这样就把防治效率显著提高了<sup>[3]</sup>。

我们应用从川楝 (*Melia toosendan*) 树皮分离得到的川楝素对菜青虫 (*Pieris rapae*) 进行了一系列的活性测定试验,结果发现,川楝素300ppm混灭幼脉1号2 ppm及氰戊菊酯(Fenvalerate) 1 ppm在田间对该虫有很高的防效,生产上可以推广应用,但同样的配方在室内测定则药效低,即按常规的室为生物测定方法对某些药剂和配方(特别是缓效型杀虫剂如川楝素)的毒效测定结果,与田间药效试验结果差异很大,有的甚至在田间条件下才能

发挥药效。为了准确地对药剂进行评价,我们抛弃了传统的按虫口数量(例如每百株作物上的虫数)的统计方法,改用“校正累积虫日”(Corrected Cumulative Insect—Days)来评价<sup>[6]</sup>,这个指数是在较长的一段试验期间害虫种群的消长情况及各个龄期虫口的持续日期和在持续期间取食的积,就是用害虫总取食量来评价药效,这样可减少田间试验调查的误差,也是田间毒理试验一个比较好的方法。这些研究一方面开发了缓效型植物物质杀虫剂的实际应用,一方面对田间毒理学的研究内容和研究方法,技术等开拓了新的领域。

在防治水稻害虫研究上,我们最近几年的田间试验结果表明,噻嗪酮(Buprofesin, Applaud)对稻飞虱(*Nilaparvata lugens*)是一种高效的生长发育抑制剂(属于几丁质合成抑制剂),具有较强的触杀作用,每亩用5~10 g有效成分的剂量适期施药,即可控制飞虱种群,达到防治要求。我们观察到噻嗪酮对稻田重要天敌蜘蛛类是比较安全的,但施用后稻田由于飞虱数量减少,间接导致蜘蛛数量下降,这是值得深入研究的问题。我们应用“累积虫日”作为评价药效的参数,同时,首次使用“累积蛛日”表示田间蜘蛛的累积数量,用“累积虫日”和“累积蛛日”的比值来评价杀虫剂对天敌及害虫的综合效应。这些资料就是通过水稻害虫及其天敌对药剂反应的调查研究,说明了田间毒理学在理论上和生产实践上具有深远的指导意义。

此外,我们从应用内吸杀虫剂进行根区施药防治水稻害虫、应用苦楝油乳剂防治柑桔全爪螨的大田试验以及最近应用橡胶籽油乳剂防治松突园蚧的大面积试验,也积累了不少资料,充实了田间毒理的内容。但我们在田间毒理的概念上,特别是提出“田间毒理学”作为一门独立学科目前还是不够完善的,有许多地方需要我们努力去探索,例如研究杀虫剂毒理的宏观与微观关系,田间生物因子与非生物因子与杀虫药剂的关系、如何运用田间毒理概念解决害虫抗药性问题以及利用电脑手段创造一系列田间毒理的具体模式等都值得进一步去研究探讨。

#### 参 考 文 献

- 1 陈文奎,赵善欢. 敌百虫对荔枝脂肪体酯酶及其超微结构的影响. 华南农业大学学报, 1988, 9 (1): 30~40
- 2 陈文奎,赵善欢. 荔枝中乙酰胆碱酯酶活性与自然抗药性的关系. 华南农业大学学报, 1991, 12 (4): 18~24
- 3 张金玉. 防治荔枝象施药技术的研究. 华南农业大学博士学位论文, 1989, 144
- 4 赵善欢. 昆虫毒理学发展的方向. 中国农业科学, 1962, 3: 1~9
- 5 Horn D J. Ecological Approach to Pest Management. New York: Guilford Press, 1988. 285
- 6 Ruppel P F. Cumulative insect days as an index of crop protection. J Econ Entom, 1983, 76 (2): 357~377

## RECENT ADVANCES IN STUDIES ON FIELD TOXICOLOGY OF INSECTIDES

Chiu Shin—Foon Chen Wenkui Zhang Xing Pan Wenliang Zhang Jinyu

(Laboratory of Insect Toxicology, Department of Plant Protection)

**Abstract** In the investigations of the action and efficacy of insecticides in the field, it is not sufficient to study only the biochemistry, physiology, and the mode of insecticide on an individual insect on the basis of molecular biology and molecular toxicology. It is also necessary to study the impact of ecological factors and the structure and dynamics of an insect population in relation to insecticidal action in the field. This paper is devoted to the discussions of our recent research on the control of the Lychee stink bug (*Tessaratoma papillosa* Drury), the imported cabbage worm (*Pieris rapae* L.) and the brown hopper (*Nilaparvata lugens* (Stal)) on basis of the principles of field toxicology. Emphasis is placed on multifactor toxicological studies in the field and the technique of application of insecticides to fulfill the requirements of chemical control in integrated pest management (IPM) programs.

**Key words** Field toxicology of insecticides; *Tessaratoma papillosa*; Insecticide tolerance; Botanical insecticides; Insect growth regulators; Cumulative insect-days