

几丁质合成抑制剂类杀虫剂的发展和应用

潘文亮* 赵善欢

(昆虫毒理研究室)

提 要

本文重点介绍了苯酰基脲类、噻嗪酮这两类几丁质合成抑制剂类杀虫剂的发展概况和应用的有关杀虫特性及其目前在防治几类农作物害虫方面的应用情况,分析了其在应用方面的主要问题,并对其前景进行了讨论。

关键词 几丁质合成抑制剂, 苯酰基脲, 噻嗪酮

引 言

目前,在新型杀虫剂中,几丁质合成抑制剂是很受重视和研究较多的一类。能够影响几丁质生物合成的化合物很多^[1,2],但比较重要和有经济意义的主要有苯酰基脲类和噻嗪酮(Applaud, buprofezin)这两类商品化杀虫剂。本文介绍这两类杀虫剂的发展、杀虫特性及其在农业上应用的概况,并对其前景进行讨论。

一、几丁质合成抑制剂类杀虫剂发展现状

1972年,荷兰都佛公司在筛选除草剂时发现苯酰基脲类化合物DU 19111对几种昆虫的脱皮有抑制作用^[1,2],随后又开发出杀虫活性更高的灭幼脲I号(diflubenzuron, TH-6040)。苯酰基脲类新的杀虫方式引起人们的广泛注意,世界上几十家农药或化学公司先后投入了开发工作,发现了大量有效的苯酰基脲及其类似化合物,这方面的工作可参阅郭光进等^[7]的综述。目前,已经商品化的苯酰基脲类杀虫剂已经有灭幼脲I号、Ⅲ号、IKI-7899、XRD-473、CME-134等10个品种。除了商品化品种之外,一些正在开发试验阶段的品种也值得注意,如沈阳化工研究院近年开发的昆调1055,据报道其对淡色库蚊(*Culex pipiens pallens*)的毒力超过IKI-7899,并且对粘虫(*Mythimna separata*)和稻纵卷叶螟(*Cnaphalocrocis medinalis*)均有较强生物活性和良好的田间防治效果^[8]。

*现在河北省植保所工作。

1988年9月1日收稿

杀菌剂富士1号施用于稻田后,不仅能有效防治稻瘟病,对稻飞虱种群也有长期的控制作用^[27]。日本农药公司在富士1号的化学结构基础上开发了新型杀虫剂噻嗪酮^[8]。噻嗪酮的杀虫作用机制和苯酰基脲类相同,但其杀虫谱却和苯酰基脲类差异很大,它的主要防治对象是同翅目害虫如飞虱、叶蝉、介壳虫、粉虱等,而苯酰基脲类对大多数的同翅目害虫生物活性都很低。

二、与应用有关的几种主要特性

(一) 作用机制

苯酰基脲类和噻嗪酮的杀虫作用机制都已经被证明是通过抑制几丁质合成而导致昆虫不能正常脱皮^{[8][21]}。几丁质主要存在于节肢动物、线虫和真菌体内,因而这类药剂对于人类和其它高等动物是比较安全的。

(二) 致毒方式

苯酰基脲类对昆虫的致毒方式主要是通过胃毒作用,但对某些昆虫亦有强烈的触杀作用。最近Kaken药物公司开发的一个新的苯酰基脲化合物“71601—37—1”具有强烈的熏蒸作用,在室内用0.1克有效成份/m³的剂量熏蒸可有效防治温室黄瓜上的白粉虱(*Trialeurodes vaporariorum*)^[17]。

据作者最近的研究,噻嗪酮对稻褐飞虱(*Nilaparvata lugens*)若虫的致毒方式主要是通过触杀作用,同时有一定的内吸作用,但内吸作用在实际应用上意义不大。

根据这些药剂的致毒方式,在施用时应以均匀喷布药效较好。目前苯酰基脲类加工的剂型主要有低含量乳油、可湿性粉剂和胶悬剂,其中胶悬剂中有效成份可高达20~50%,较为经济,而且此剂型施用后有一定的粘度,在叶面上粘附能力强而耐雨水冲刷,是一种较好的剂型。

(三) 作用范围及其选择性

与常规杀虫剂比较,几丁质合成抑制剂类杀虫剂在昆虫种间的选择性较强。一方面,这类药剂以能够防治害虫的剂量施用时对天敌昆虫和非靶标昆虫影响较小,能够协调化学防治和生物防治之间的矛盾,而另一方面,由于对某些害虫毒效较低,不能兼治往往在同一种作物上同时发生为害的多种害虫,这一点对于灭幼脲I号等苯酰基脲类的早期品种来说尤为突出,大大限制了其应用范围。但是近年来开发的一些新品种杀虫范围明显广于这些早期品种,如IKI-7899对棉花上的主要害虫棉铃象(*Anthonomus grandis*)、海灰翅夜蛾(*Spodoptera littoralis*)美洲棉铃虫(*Heliothis zea*)等均有良好的防治效果^[25]CME-134和IKI-7899以较低剂量即能防治对灭幼脲I号敏感性很低的小菜蛾(*Plutella xylostella*)^[26]。

几丁质合成抑制剂类杀虫剂对寄生性和捕食性天敌均比较安全^{[11][16][18]}。这种

特性符合目前所追求的“生物合理性”(biorational)农药的要求,在田间施用,除能发挥本身的杀虫作用之外,还可充分利用各种天敌对害虫的长期控制作用,在一定程度上弥补了其作用谱较窄的不足。

(四) 对昆虫不同虫态的作用

几丁质合成抑制剂类杀虫剂的主要作用对象是昆虫的幼(若)虫,但对某些昆虫的卵和成虫亦有一定的毒效,如某些苯酰基脲处理墨西哥豆瓢虫*Epilachna varivestis*^[18]、马铃薯甲虫(*Henosepilachna vigintioctomaculata*)^[13]及粘虫^[6]等昆虫的成虫,噻嗪酮处理褐飞虱成虫^[9]均能造成其所产的卵不能孵化。

从田间应用的角度来说,几丁质合成抑制剂类杀虫剂一般在害虫幼(若)虫期施用,而且最佳施药时间应在幼虫早期,这是因为大多数害虫的低龄幼虫对药剂比较敏感^[14],而且由于这类药剂杀虫作用发挥较慢,适当提前施用亦可消灭害虫于严重为害之前,减少作物损失。

三、防治几种农作物害虫的应用研究概况

(一) 谷物害虫

我国植保工作者在灭幼脲I号和Ⅲ号防治麦田粘虫方面做了大量工作,在麦田每亩施用灭幼脲I号1克有效成份的剂量即能收到90%以上的防治效果^[1]。陈沛等^[8]试用灭幼脲I号颗粒剂防治亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)获得较满意的效果;Berry等^[12]和Becher等^[11]也分别证明灭幼脲I号和CME-134对欧洲玉米螟(*O. nubilalis*)有良好的田间防治效果。对于稻纵卷叶螟,据范登进等^[6]报道:昆调1055以每亩2和10克的剂量喷雾,第七天的虫口减退率分别为63.6%和100%;另据作者最近的研究(待发表)IKI-7899以每亩1.25~5克的剂量喷雾,对卷叶螟的防治效果达90~100%。

另外,噻嗪酮对水稻飞虱和叶蝉的防治效果已得到充分肯定^{[6][28]},我们认为在稻飞虱的防治中将得到广泛应用。

以上事例说明,几丁质合成抑制剂类杀虫剂应用于粮食作物害虫的防治具有很大的潜力。

(二) 棉花害虫

灭幼脲I号对于棉花主要害虫棉铃象、棉潜叶蛾(*Bucculatrix thurberiella*)及海灰翅夜蛾均有理想的防治效果,但对另外一些棉田主要害虫如棉红铃虫(*Pectinophora gossypiella*)及棉铃虫类(*Heliothis* spp.)等的防治效果不佳^[28]。由于灭幼脲I号不能兼治同时发生的多种害虫,因此至今未在棉花上得以广泛应用。近年来开发的一些新的苯酰基脲类杀虫剂其杀虫谱广于灭幼脲I号,如XRD-473在棉田喷雾防治对灭幼脲I号耐药性很强的烟芽夜蛾(*Heliothis virescens*)的效果优于常规杀虫剂速灭杀丁^[24]。这些新品种有希望在棉花害虫防治中得到应用。

(三) 蔬菜害虫

十字花科蔬菜的主要害虫菜白蝶 (*Pieris rapae*) 和大菜白蝶 (*P. brassicae*) 对于所有的苯酰基脲类杀虫剂均很敏感。对于前者, 每亩喷施灭幼脲 I 号有效成份 3 克, 防治效果达 95% 以上, 成本仅 0.6 元/亩, 如和杀灭菊酯混用还可进一步降低成本^[4]; 对于后者, 每亩施用灭幼脲 I 号有效成份 1.2 克, 在 14 天后的防治效果达 100%^[10]。灭幼脲 I 号对另一种蔬菜上的重要害虫小菜蛾的生物活性较低, 但一些新的苯酰基脲类杀虫剂如 IKI-7899 和 CME-134 则能以较低剂量有效地防治这种害虫。温室白粉虱也是一种重要的蔬菜害虫, 据报道噻嗪酮对这种害虫的若虫脱皮和成虫的繁殖均有强烈的抑制作用; 在温室试验中, 喷施噻嗪酮对黄瓜上的白粉虱的种群数量有长期的控制作用^[22]。

除以上几类农作物之外, 几丁质合成抑制剂类杀虫剂防治果树害虫、林木害虫、卫生害虫等方面也有大量报道, 这方面可参阅仇序佳^[2]和 Maas 等^[10]的综述。

四、在应用方面的主要问题及解决途径

几丁质合成抑制剂类杀虫剂在实际防治农业害虫方面的研究取得了很大进展, 对某些重要害虫具有优异的防治效果, 而且本身还具有毒性低、对天敌安全等优点。但是目前其应用仍停留在试验示范阶段, 应用并不普遍, 其原因有以下几点。

(一) 开发时间尚短, 尚在扩展应用阶段: 噻嗪酮用于防治水稻飞虱、蔬菜上的白粉虱等害虫, 无论从效果还是从其毒性、选择性等方面来说, 都具有重要的推广应用价值, 但目前噻嗪酮本身的产量有限, 其应用对象也有待进一步扩大。但可以预言, 近几年内其应用会得到迅速的发展。除噻嗪酮外, 近年来开发的 IKI-7899、CME-134、XRD-473 等可能也有同样的原因。

(二) 杀虫谱窄, 限制了在作物上的应用: 几丁质合成抑制剂类杀虫剂的选择性较强, 对一些重要的害虫防治效果较差, 不能同时兼治多种在同一种作物上发生为害的害虫, 而农民往往希望一种药剂能解决所有的虫害问题, 因此在目前的情况下。这类新型杀虫剂的高度选择性限制了其在作物上的广泛应用。

(三) 杀虫速度慢, 不能迅速控制为害: 几丁质合成抑制剂类杀虫剂的杀虫效果发挥较为迟缓, 昆虫中毒后仍能取食为害到下次脱皮。这致使其在防治某些蔬菜和果树上食叶类和蛀果性害虫时不能确保产品质量。

(四) 成本较高: 以上几种几丁质合成抑制剂类杀虫剂一般价格较贵, 所以在应用上经济效益相对较低。

针对以上几点限制应用的问题, 以下几方面的工作需继续深入研究, 以促进其广泛应用。

1、广泛和深入的室内和田间毒力测定和药效试验, 进一步扩展其应用范围, 寻求其更为适宜应用的作物种类。

2、深入研究几丁质合成抑制剂类杀虫剂的施用技术,如施用适期和施用方式的研究,以充分发挥这类药剂的杀虫作用。

3、和其它类型药剂混用。由于几丁质合成抑制剂类杀虫剂的药效发挥较迟缓且不能兼治多种害虫,使其和某些广谱性、速效性常规杀虫剂混合使用,既可弥补其不足,又可以适当减少其用量,降低成本,此外对于延缓害虫抗药性的产生、延长各类农药的使用寿命具有重要意义。

4、加强害虫综合治理的研究。害虫综合治理(IPM)的基本思想是从生态学的观点出发,综合运用各种手段,将害虫种群长期控制在引起作物损失的水平以下。在IPM体系中,化学防治和生物防治之间的关系是整个体系的关键。几丁质合成抑制剂类杀虫剂既能有效控制害虫的数量,同时对害虫天敌影响又较小,无疑是适合于IPM体系的理想药剂类型。因此,随着IPM研究的深入,几丁质合成抑制剂类杀虫剂的应用也将得到进一步的发展。

引用文献

- [1] 中国农科院植保所等.植物保护, 1981, 9(1): 26—27
- [2] 仇序佳.昆虫知识, 1986, 23(4): 190—93
- [3] 陈沛等.植物保护学报, 1982, 9(4): 217—22
- [4] 孟祥元, 安帮.农药, 1986, (4): 57—58
- [5] 赵文臣等.河北农学报, 1981, 6(1): 36—37
- [6] 范登进, 杨庆尧.农药, 1984, (4): 57—58
- [7] 郭光进, 金维高.农药, 1985, (2): 50—53
- [8] 泄田健一等.日本农药学会志, 1986, 11(2): 287—95
- [9] Asai, T. et al. 1985, Appl. Ent. Zool. 20, 111—17
- [10] Ascher, K.R.S. & N.E.Nemny 1976, Pestic. Sci. 7, 447—52
- [11] Becher, H.-M. et al. 1983, Proc. 10th Intern. Cong. Plant Protec.
Vol. 1, 408—15
- [12] Berry, E.C. et al. 1980, J. Econ. Ent. 73, 634—36
- [13] Grosscurt, A.C. 1978, Pestic. Sci. 9, 337—86
- [14] Grosscurt, A.C. & B. Jongsma 1987, in "Chitin and Benzoylphenyl
ureas" pp. 75—99
- [15] Hamann, I. & W. Sirranberg 1980, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer
33, 1—34
- [16] Heinrichs, E.A. et al. 1984, Environ. Ent. 13, 515—21

- [17] Kaken Pharmaceutical Co. Ltd. 1985, Jpn. Koka. Tokyo Koho Jp. 60 : 25904
- [18] Keever, D.W. et al. 1977, Environ. Ent. 6:732-36
- [19] Maas, W. et al. 1981, Chem. Pflanz. Sch. 6:424-70
- [20] Marks, E. P. et al. 1982, in " Insecticide mode of action" pp. 281-300
- [21] Mitsui, T. et al. 1984, J. Pestic. Sci. 9:19-26
- [22] Naba, K. et al. 1983, Appl. Ent. Zool. 18:282-86
- [23] Nagata, T. 1986, Appl. Ent. Zool. 21:357-62
- [24] Sbragia, R.J. et al. 1983, Proc. 10th. Intern. Cong Plant Protec. Vol. 1:417-23
- [25] Scheurer, R. et al. 1983, Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 4:127-29
- [26] Sim, C.H. 1987, J. Plant Protec. in Tropics 4:139-42
- [27] Uchida, M. & M. Fukada 1983, in" Pest resistance to pesticides" pp. 421-28
- [28] Van Daaten, J.J. et al. 1972, Naturwissenschaften 59:312

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF CHITIN
SYNTHESIS-INHIBITING INSECTICIDES

Pan Wenliang Chiu Shin-Foon
(Laboratory of Insect Toxicology)

ABSTRACT

In the present paper, the development status, insecticidal properties and application for control of insect pests in several crops of various chitin synthesis-inhibiting insecticides including benzoylphenyl ureas and buprofezin are reviewed. The problems of their applications and the prospects for these insecticides are also discussed.

Key Words: Chitin synthesis inhibitors; Benzoylphenyl ureas; Buprofezin