

# 双酰胺类杀虫剂的现状与展望

赵平, 严秋旭, 李新, 张敏恒, 张悦

(沈阳化工研究院有限公司, 辽宁 沈阳 110021)

## Status and Perspective of Diamide Insecticides

Zhao Ping, Yan Qiuxu, Li Xin, Zhang Minheng, Zhang Yue (Shenyang Research Institute of Chemical Industry Co., Ltd., Liaoning Shenyang 110021, China)

**Abstract:** Diamide insecticides act on ryanodine receptors, and the mechanism of action is novelty. This paper reviewed the research progress of diamide insecticides and elucidated the mechanism of action and characteristic. Furthermore, the paper elaborated the main varieties of diamid insecticides and predicted its prospect for large scale application.

**Key words:** diamid insecticides; mechanism of action; main varieties

**摘要:** 双酰胺类杀虫剂作用于昆虫的鱼尼汀受体, 作用机制新颖。本文综述了双酰胺类杀虫剂研究进展, 对其作用机制、作用特点、主要品种等情况进行详细论述, 并对未来双酰胺类杀虫剂的发展提出展望。

**关键词:** 双酰胺类杀虫剂; 作用机制; 主要品种

中图分类号: S482.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-5480 (2015)11-23-07

双酰胺类杀虫剂是近年来杀虫剂研究领域的热点, 它作用于昆虫的鱼尼汀受体, 具有作用机制新颖、高效、与传统农药无交互抗性、对非靶标生物安全和对环境相容性好等特点, 引起了人们的注意, 国外一些大的农药公司相继进入了双酰胺类杀虫剂研究领域, 参与了此类化合物的合成研究, 从而使其成为杀虫剂研究开发的一大热点。从氟虫双酰胺问世到目前为止, 已有8个产品商品化或即将商品化, 成为目前最有市场潜力的杀虫剂品种。

## 1 双酰胺类杀虫剂研究进展

1.1 历史沿革 20世纪中期, 美国科学家在南美大枫子科灌木尼亚那 (*Ryania speciosa*) 中提

取到植物碱鱼尼汀 (ryanodine), 可以作为天然杀虫剂, 并有50多年的历史。这种植物对人畜剧毒, 当地的印第安人常将它捣碎涂到箭头上用来制作毒箭, 动物被射中后表现为全身肌肉抽搐紧张, 最后像僵尸一样而死亡。其提取剂对鳞翅目害虫, 包括欧洲玉米螟、甘蔗螟、苹果小卷蛾、苹果食心虫、舞毒蛾等十分有效。但由于鱼尼汀对人畜的毒性很大, 引起哺乳动物僵直性麻痹, 因而推广应用受到限制。以前对鱼尼汀的研究主要着眼于通过结构修饰, 希望发现有选择毒性的化合物。尽管有很多文献报道, 但至今没有通过结构修饰得到活性高且安全的产品。

收稿日期: 2015-09-07

作者简介: 赵平, 女, 高级工程师, 主要从事农药行业信息研究及杂志出版工作。联系电话: 13898152073; E-mail: zhaoping1@sinochem.com。

1989年,日本的Tsuda博士就在其博士论文中报道了一种化学合成的作用于鱼尼汀受体的化合物,具有杀菌和除草活性但没有杀虫活性。日本农药公司对此化合物进行了大量的研发工作,期间拜耳公司参与进来,最终在1998年报道了第一个鱼尼汀受体调节剂类杀虫剂——氟虫双酰胺(flubendiamide)<sup>[1-2]</sup>。杜邦公司为了绕开日本农药公司和拜耳的专利,在活性结构及基团上进行了较大的修饰,最终在2000年推出氯虫苯甲酰胺(chlorantraniliprole)。这2个化合物对几乎所有的鳞翅目害虫有杰出的防效,但对其他目的害虫无效。氟虫双酰胺于2007年在日本(登记于多种蔬菜和果树)最先上市,2008年在印度(登记于水稻、棉花)、韩国(蔬菜、果树和水稻)、中国先后取得登记,并陆续开始上市销售;氯虫苯甲酰胺于2007年在菲律宾上市(水稻),随后在全球范围内推广销售,其上市时间表、登记作物、宣传推广力度要优于氟虫双酰胺。杜邦公司溴氰虫酰胺(cyantraniliprole)于2012年上市,这是杜邦公司继氯虫苯甲酰胺之后成功开发的第二代鱼尼汀受体抑制剂类杀虫剂,溴氰虫酰胺是通过改变苯环上的各种极性基团而成,更高效,适用作物更广泛,可有效防治鳞翅目、半翅目和鞘翅目害虫。目前,还有很多公司正在研究该类型的化合物,其中一些品种在杀虫谱方面获得突破<sup>[3]</sup>。

国内南开大学、中国农业大学、南京工业大学、浙江工业大学、湖南师范大学、贵州大学、湖南化工研究院等多家科研单位进行有关开发<sup>[4]</sup>,沈阳化工研究院有限公司以氯虫苯甲酰胺为先导化合物,通过对其结构中的苯环取代基、吡唑取代基进行结构修饰,于2008年发现具有高杀虫活性的化合物四氯虫酰胺(代号SYP9080),可用于防治水稻上的二化螟、稻纵卷叶螟等以及蔬菜上的小菜蛾、菜青虫等鳞翅目害虫。浙江省化工研究院2010年自主创新研发的一种邻苯二甲酰胺类杀虫剂氯氟氰虫酰胺(ZJ4042),其杀虫谱主要是鳞翅目害虫,尤其是水稻螟虫。

1.2 作用机制 双酰胺类杀虫剂作用于昆虫体内的鱼尼汀受体(RyR)。鱼尼汀受体是一类最主要的钙离子释放通道(CRC),因能与鱼尼汀发生高亲和性结合,故得名鱼尼汀受体(RyR)。双酰胺类杀虫剂是一种肌肉毒剂,通过对钙离子通道发挥作用,抑制了鱼尼汀受体(RyR)和钙离子的调控。对于肌肉细胞而言,由于钙离子浓度的上升可引起肌肉收缩。对此,为控制钙离子向细胞外流出,可将其贮放于细胞的特定场所(小胞体)中,鱼尼汀受体具有此功能,负责调控从小胞体内经钙离子通道释出钙离子。杀虫剂首先与鱼尼汀受体结合,致使通道固定为开口状,以使贮于小胞体内的钙离子释出,导致昆虫肌肉组织中钙离子浓度上升。随即钙离子与肌钙蛋白结合,诱发肌动蛋白与肌球蛋白之间的收缩反应,使肌肉纤维收缩。另外,通过钙离子的释出,迅速激活了钙离子泵,不可逆地打开钙离子通道,大量钙离子持续不断被释放出来,刺激昆虫肌肉持续收缩,昆虫停止活动和取食,呕吐、饥饿、脱水、脱粪,最终僵硬而死<sup>[5-7]</sup>。

鱼尼汀受体不仅存在于昆虫体内,也存在于哺乳动物中,故将鱼尼汀受体抑制剂作为农药就必须考虑它的选择性以确保安全。但是昆虫鱼尼汀受体和哺乳动物鱼尼汀受体结构存在较大的差异,双酰胺类杀虫剂和鱼尼汀及其类似化合物也有很大差异,因此双酰胺类杀虫剂对哺乳动物安全。事实也如此,将鱼尼汀碱投予哺乳动物后,也和昆虫一样会出现萎缩、呕吐等症状,而同为鱼尼汀受体的双酰胺类杀虫剂对哺乳动物的毒性却很低。试验表明兔子的钙离子泵活性及细胞内钙离子的浓度并不受影响。因此,以双酰胺类杀虫剂为代表的一些鱼尼汀受体抑制剂在昆虫与哺乳动物之间具有很好的选择性,其选择性的生理生化和分子机制有待深入研究<sup>[8]</sup>。

1.3 作用特点 双酰胺类杀虫剂的上市,引起了农药界的广泛兴趣,主要以下的优点:防效卓越,持效期长。双酰胺类杀虫剂在大田对鳞

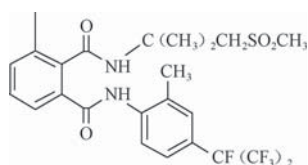
翅目害虫的表现非常突出,在卵孵盛期-低龄幼虫期使用,防效优于目前绝大多数杀虫剂,持效期长,保叶效果显著;毒性极低,安全性高。双酰胺类杀虫剂产品对蜜蜂、鱼类、天敌生物、人畜、鸟类等高度安全,对甲壳类动物有一定风险;成虫、幼虫均有效果。对幼虫主要通过胃毒作用,兼有触杀作用(胃毒作用强于触杀作用,其触杀作用不低于其他触杀性杀虫剂);对成虫主要通过触杀作用。对低龄幼虫极高活性,对高龄高活性,对成虫中等活性。具有极高卵/幼活性。所谓卵/幼活性不同于卵活性。由于该类杀虫剂作用于鱼尼汀受体,使肌肉不可逆收缩。而卵无肌肉,所以对卵无效。卵/幼是指卵即将孵化出幼虫的阶段,此时卵壳尚未破裂,但里面已经孵化形成幼虫。卵幼活性包括两方面,一是该类杀虫剂渗透进入卵壳内,触杀幼虫;二是幼虫咬破或吞食卵壳时胃毒致死<sup>[9]</sup>。

## 2 双酰胺类杀虫剂品种介绍

双酰胺类杀虫剂从结构上包括邻苯二酰胺、邻甲酰胺基苯甲酰胺和间苯甲酰胺氨基苯甲酰胺类杀虫剂3种结构,目前,商品化的双酰胺类杀虫剂有日本农药公司开发的氟虫双酰胺(flubendiamide)、杜邦公司开发的氯虫苯甲酰胺(chlorantraniliprole)和溴氟虫酰胺(cyantraniliprole)等8个品种。

### 2.1 邻苯二甲酰胺类杀虫剂

2.1.1 氟虫双酰胺(flubendiamide) 氟虫双酰胺开发代号nmi-0001,是日本农药公司开发的有独特作用机制的新型杀虫剂。1989年,大阪府立大学津田(Tsuda)等在研究除草剂的过程中合成了一系列的邻苯二甲酰胺化合物,在综合改造的基础上最终开发出了氟虫双酰胺<sup>[10]</sup>。



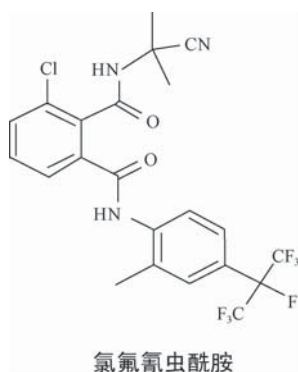
氟虫双酰胺

氟虫双酰胺具有独特的作用方式,高效广谱,残效期长,毒性低,用于防治鳞翅目害虫,对除虫菊酯类、苯甲酰胺类、有机磷类、氨基甲酸酯类已产生抗性的小菜蛾3龄幼虫具有很好的活性。对几乎所有的鳞翅目类害虫均具有很好的活性。主要用于蔬菜、水果、水稻和棉花防治鳞翅目害虫,对成虫和幼虫均有优良活性,作用迅速、持效期长<sup>[11]</sup>。

2001年日本农药公司和拜耳公司合作,加快了氟虫双酰胺的市场化进程。2007年首次在菲律宾、日本获准登记,后又在印度、巴基斯坦、巴西、美国等国获准登记,主要用于果树、蔬菜、大豆、茶等防治害虫。在2008年获得了我国的临时登记,2011年转为正式登记。氟虫双酰胺单剂主要有氟虫双酰胺20%水分散粒剂以及氟虫双酰胺48%悬浮剂。防治对象主要为白菜甜菜夜蛾和小菜蛾。拜耳公司2010年登记了阿维菌素和氟虫双酰胺10%悬浮剂,登记作物和防治对象为水稻稻纵卷叶螟和二化螟。拜耳产品以Belt、Fenos和Fame的商品名在美国、欧盟、加拿大、澳大利亚、阿根廷和巴西,智利、哥伦比亚、印度、巴基斯坦和菲律宾销售。该产品已获得欧盟的批准,从2014年9月1日起生效。氟虫双酰胺于2007年日本农药公司以Phoenix的商品名在日本推出,用于茶、蔬菜、水果和棉花等多种作物防治鳞翅类害虫,Phoenix销售在日本国内市场增长强劲。氟虫双酰胺2012年全世界销售额为2.3亿美元,2013年达到4.45亿美元,近5年年均增长率为77.9%。

2.1.2 氯氟氟虫酰胺(cyhalodiamide) 氯氟氟虫酰胺(ZJ4042)是由浙江省化工研究院有限公司自主开发的邻苯二甲酰胺类新型杀虫剂,其杀虫谱主要是鳞翅目害虫,主要防治菜青虫、小菜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾、二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、棉铃虫,尤其是针对水稻螟虫的防治。氯氟氟虫酰胺2012年开始做田间药效试验,各项试验数据显示,该产品的综合防治效果很理想,包括死虫率和持效期。目前市场上防治水稻螟虫的产品效果不尽如人意,氯

氟氰虫酰胺无论从杀虫效果、持效期还是安全性的表现都值得期待<sup>[12]</sup>。

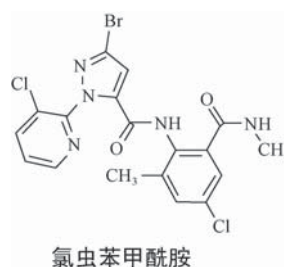


## 2.2 邻甲酰氨基苯甲酰胺类杀虫剂

### 2.2.1 氯虫苯甲酰胺 (chlorantraniliprole)

氯虫苯甲酰胺 (试验代号: DPX-E2Y45, 通用名称: chlorantraniliprole) 是由杜邦研制并与先正达共同开发的新型作用机制的双酰胺类杀虫剂。适用作物为水果、蔬菜、棉花、葡萄、马铃薯、水稻、观赏性植物、草坪。防治对象有黏虫 (亚热带黏虫, 草地黏虫, 黄条黏虫, 西部黄条黏虫)、棉铃虫、番茄蠹蛾、番茄小食心虫、天蛾、庭园网螟、马铃薯块茎蛾、小菜蛾、粉纹夜蛾、菜青虫、欧洲玉米螟、亚洲玉米螟、甜瓜野螟、瓜绢螟、瓜野螟、烟青虫、夜蛾, 甜菜夜蛾、苹果蠹蛾、桃小食心虫, 梨小食心虫、蔷薇斜条卷叶蛾、苹小卷叶蛾、斑幕潜叶蛾、金纹细蛾、水稻螟虫、二化螟、三化螟、大螟、稻纵卷叶螟、稻水象甲、稻瘿蚊、黑尾叶蝉、胡椒象甲、螺痕潜蝇、美洲斑潜蝇、烟粉虱、马铃薯象甲等。氯虫苯甲酰胺高效广谱, 在低剂量下就有可靠和稳定的防效, 害虫立即停止取食, 药效期长, 防雨水冲洗, 在作物生长的任何时期提供即刻和长久的保护。由于该药具有较强的渗透性, 药剂能穿过茎部表皮细胞层进入木质部, 从而沿木质部传导至未施药的其他部位, 因此在田间作业中, 用弥雾或细喷雾效果更好。药剂主要作用途径以胃毒为主, 施药后药液内吸传导性均匀分布在植物体内, 害虫取食后迅速停止取食, 慢慢死亡; 有一定触

杀性, 但不是主要杀虫途径; 对出孵幼虫有强力杀伤性, 害虫出孵咬破卵壳接触卵面药剂中毒而死<sup>[13-15]</sup>。

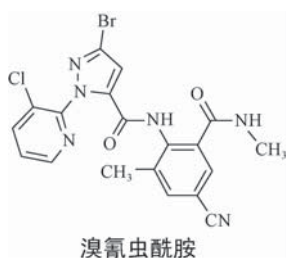


氯虫苯甲酰胺2007年在菲律宾、印尼和罗马尼亚上市, 2008年在美国、加拿大、澳大利亚、阿根廷、印度、土耳其和几个亚洲国家登记上市, 用于水稻、水果和蔬菜; 2009年在意大利和巴西上市、2010年在西班牙和葡萄牙上市。根据与杜邦公司协议, 先正达公司获得了该品种混配产品在全球范围内开发的权利。先正达公司2011年开发了氯虫苯甲酰胺与高效氯氟氰菊酯的混剂, 在美国获得登记, 用于棉花、烟草等作物。2012年氯虫苯甲酰胺与阿维菌素、噻虫嗪的混配产品Voliam Targo和Luzindo在意大利上市。Voliam Targo (氯虫苯甲酰胺+阿维菌素) 是一种悬浮剂, 用于控制梨果害虫果蠹蛾和梨木虱、西红柿潜叶蝇、其他蔬菜的鳞翅目虫害以及油桃和桃子的二斑叶螨等。该产品在2007年布莱顿 (BCPC) 植保大会获最具创新化学奖。氯虫苯甲酰胺以优异的性能得到市场的认可, 市场迅猛发展, 2008年全球销售5千5百万美元, 上市4年后在2011年超过了6亿美元, 2012年全世界销售额为9.15亿美元。2013年全世界销售额达到12.40亿美元。氯虫苯甲酰胺于2014年5月1日被欧盟正式列入附录1, 有效期截止于2024年4月30日。

### 2.2.2 溴氰虫酰胺 (cyantraniliprole)

溴氰虫酰胺是美国杜邦开发的第二代鱼尼汀受体抑制剂类杀虫剂, 试验代号DPX-HGW86, 通用名称cyantraniliprole。除了具有氯虫苯甲酰胺的渗透性、传导性、化学稳定性、高杀虫活性, 另外

还具有很强内吸的活性,杀虫更彻底。该产品与氯虫苯甲酰胺相比,适用作物更为广泛,既能防治咀嚼式口器害虫,又能防治刺吸式口器害虫<sup>[6]</sup>,包括鳞翅目、半翅目和鞘翅目害虫<sup>[16-17]</sup>。室内和田间的试验表明其对主要的飞虱有非常优异的活性,包括B型和Q型烟粉虱等。使用剂量10~100g(a.i.)/hm<sup>2</sup>。

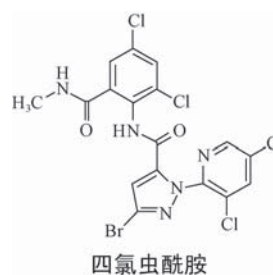


溴氰虫酰胺主要用于蔬菜和果树上。由于溴氰虫酰胺具有内吸活性,因此可以采用很多方法,包括喷雾、灌根、土壤混施、种子处理及其他方式。溴氰虫酰胺经2010年农业部农药检定所通过对7种作物的13种靶标害虫(小白菜小菜蛾、小白菜菜青虫、小白菜蚜虫、小白菜斜纹夜蛾、小白菜跳甲、菜豆美洲斑潜蝇、菜豆豆荚螟、黄瓜瓜蚜、黄瓜烟粉虱、大葱斑潜蝇、大葱蓟马、大葱甜菜夜蛾、豇豆美洲斑潜蝇、豇豆豆荚螟、豇豆蓟马、豇豆蚜虫、西瓜烟粉虱、西瓜蚜虫、西瓜棉铃虫、西瓜甜菜夜蛾、番茄棉铃虫、番茄烟粉虱、番茄蚜虫、棉花蚜虫、棉花棉铃虫、棉花烟粉虱)的田间药效试验结果表明在害虫低龄盛发期进行喷雾防治,该产品对上述靶标害虫均具有很好的防治效果,且对试验作物和天敌生物安全,是目前防治蔬菜上多种害虫的理想药剂之一<sup>[18]</sup>。2012年9月,美国杜邦公司的杀虫剂溴氰虫酰胺94%原药获农业部药检所正式登记,有效期至2019年2月13日。该公司成为第一家在我国获批登记溴氰虫酰胺原药的企业。溴氰虫酰胺仍处于商业化的初级阶段,预计将在未来几年内实现大面积的批准。2013年销售额达到2 000万美元。

溴氰虫酰胺2012年以Benevia的商品名在阿

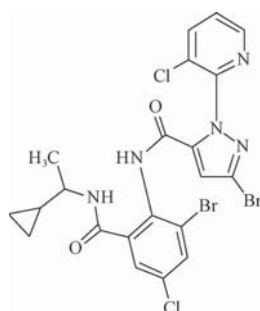
根廷最先推出,用于西红柿。2013年加拿大批准在一系列作物的叶面和种子处理使用。2013年底在13个国家获得登记。溴氰虫酰胺的峰值销售额预计在2.5~3亿美元。

2.2.3 四氯虫酰胺(SYP9080) 四氯虫酰胺(代号SYP9080)由中国中化集团公司下属沈阳化工研究院研发,这是我国首个具有自主知识产权的双酰胺类杀虫剂产品。沈阳化工研究院有限公司以氯虫苯甲酰胺为先导化合物,通过对其结构中的苯环取代基、吡唑取代基进行结构修饰,于2008年发现具有高杀虫活性的化合物四氯虫酰胺。其可用于防治水稻上的二化螟、稻纵卷叶螟等,以及蔬菜上的小菜蛾、菜青虫等鳞翅目害虫。2013年11月18日,沈阳化工研究院(南通)化工科技发展有限公司取得了四氯虫酰胺10%悬浮剂的分装登记;2014年4月28日,沈阳科创化学品有限公司取得了四氯虫酰胺95%原药和10%悬浮剂的临时登记。四氯虫酰胺对哺乳动物低毒,对甜菜夜蛾、小菜蛾、黏虫、二化螟等鳞翅目害虫防效优异,具有较好的应用前景和开发价值<sup>[19-20]</sup>。



2.2.4 环溴虫酰胺(cyclaniliprole) 环溴虫酰胺试验代号为IKI-3106,日本石原产业株式会社研发。环溴虫酰胺具有广谱的杀虫活性,对小菜蛾、斜纹夜蛾、粉虱、蚜虫、蓟马、家蝇、斑潜蝇、白蚁等具有很好的杀死效果,且具有很好的内吸活性。尽管在结构上具备鱼尼汀受体抑制剂的双酰胺结构,但是据报道其具有不同的作用机制。

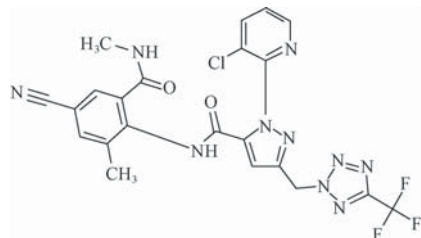
2013年4季度,石原已向日本和欧盟申请登记杀虫剂环溴虫酰胺,并于2014年一季度向美



环溴虫酰胺

国、加拿大和澳大利亚申请登记该产品。环溴虫酰胺用于防治鳞翅目和刺吸式口器害虫。美国EPA计划于2016年初对环溴虫酰胺作出登记决定。

2.2.5 氟氰虫酰胺 (tetraniliprole) 氟氰虫酰胺 (tetraniliprole) 试验代号为BCS-CL73507, 2014年由拜耳作物科学开发的双酰胺杀虫剂。在低剂量下对鳞翅目、鞘翅目及双翅目害虫有很好的防治效果<sup>[21]</sup>。



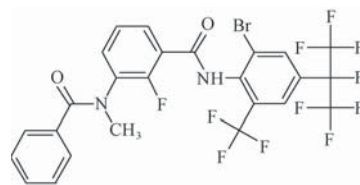
氟氰虫酰胺

2.3 间苯甲酰氨基苯甲酰胺类杀虫剂

2.3.1 Broflanilide Broflanilide是日本三井农业化学公司研制的二酰胺杀虫剂, 开发代码为MCI-8007, 现已与巴斯夫共同合作开发, 主要用于防除绿叶蔬菜、多年生作物和谷物等作物上的鳞翅目、鞘翅目、白蚁以及蚊蝇等害虫。其可能具有新颖的作用机制。Broflanilide主要用于防除绿叶蔬菜、多年生作物和谷物等作物上的鳞翅目、鞘翅目、白蚁以及蚊蝇等害虫<sup>[22]</sup>。

### 3 双酰胺类杀虫剂的展望

我国是农业大国, 杀虫剂的使用在农、林以及卫生害虫的防治上发挥了重要的作用。但随着人们对生态环境、健康日益重视的同时,



Broflanilide

对杀虫剂的要求越来越高。双酰胺类杀虫剂的发现是杀虫剂研究领域的重要里程碑。目前, 双酰胺类杀虫剂是杀虫剂中发展最快的部分, 在绝大多数国家的许多作物体系中广泛使用。由于这类杀虫剂低毒、靶标独特、应用方法多样, 使得它们成为害虫综合治理战略中的重要武器。

自第一个双酰胺类杀虫剂问世以来, 国外一些大公司在该领域进行了广泛的深入研究, 国内很多研究机构和科研院所都展开了这类新农药的开发工作, 目前已经取得很好的进展, 发现了一些高活性的先导化合物, 这类杀虫剂对用传统杀虫剂已产生抗药性问题给出了良好的解决方案, 该类杀虫剂是那些对哺乳动物毒性高、有残留和环境问题的有机磷类、氨基甲酸酯类、有机氯类等杀虫剂的较好替代和改进的产品, 在人们日益关注生态环境以及提倡绿色环保的今天具有广阔的发展前景。

### 参考文献

- [1] TOHNISHI M, NAKAO H, KOHNO E, et al. Phthalamide Derivatives, or Salt Thereof Agrohorticultural Insecticide, and Method for Using the Same: EP, 1 006107 (A2)[P]. 2000-06-07.
- [2] LAHM G P, SELBY T P, FREUDENBERGER J H, et al. Insecticidal Anthranilic Diamide: A New Class of Potent Ryanodine Receptor Activators [J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 2005, 15(22): 4898-4906.
- [3] 杨吉春, 吴峻, 王秀丽. 2014年公开的新农药品种[J]. 农药, 2015, 54(3): 215-216.
- [4] 朱冰春. 二酰胺结构鱼尼汀受体杀虫剂的研究进展[J]. 浙江化工, 2012, 43(1): 7-11.
- [5] 张一宾. 鱼尼汀受体及其为靶标的杀虫剂的作用机理[J]. 世界农药, 2007, 29(4): 1-6.

- [6] 董卫莉, 徐俊英, 刘幸海, 等. 昆虫鱼尼汀受体及其为靶标的杀虫剂的研究进展[J]. 农药学报, 2008, 10(2): 178-185.
- [7] 唐振华, 陶黎明. 新型二酰胺类杀虫剂对鱼尼汀受体作用的分子机理[J]. 昆虫学报, 2008, 51(6): 646-651.
- [8] CORDOVA D, BENNER E A, SACHER M D, et al. Anthranilic Diamides: a New Class of Insecticides with a Novel Mode of Action, Ryanodine Receptor Activation[J]. Pestic Biochem Physiol, 2006, 84: 196-214.
- [9] 郑雪松, 赖添财, 时立波, 等. 双酰胺类杀虫剂应用现状[J]. 农药, 2012, 51(8): 554-558.
- [10] TOHNISHI M, NAKAO H, FUMYA T, et al. Flubendiamide, a Novel Insecticide Highly Active against Lepidopteran Insect Pests[J]. J Pesticide Sci, 2005, 30: 354-360.
- [11] 李洋, 李森, 柴宝山, 等. 新型杀虫剂氟虫酰胺[J]. 农药, 2006, 45(10): 697-699.
- [12] 邢家华, 朱冰春, 袁静, 等. 新型杀虫剂氯氟氰虫酰胺对不同鳞翅目害虫的毒力和田间防效[J]. 农药学报, 2003, 15(2): 159-164.
- [13] 欧晓明, 唐德秀, 林雪梅. 新型邻甲酰氨基苯甲酰胺类农药氯虫酰胺的研究概述[J]. 世界农药, 2007, 29(5): 6-10.
- [14] 柴宝山, 彭永武, 李慧超. 氯虫酰胺的合成与杀虫活性[J]. 农药, 2009, 48(1): 13-16.
- [15] 徐尚成, 俞幼芬, 王晓军, 等. 新杀虫剂氯虫苯甲酰胺及其研究开发进展[J]. 现代农药, 2008, 7(5): 8-11.
- [16] SELBY T P, LAHM G P, STEVENSON T M, et al. Discovery of Cyantraniliprole, a Potent and Selective Anthranilic Diamide Ryanodine Receptor with Cross-spectrum Insecticidal Activity[J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 2013, 23(23): 6341-6345.
- [17] STEPHEN P F, LAN D, JEAN-LUC R, et al. Susceptibility of Standard Clones and European Field Population of the Green Peach Aphid, *Myzus persicae*, and the Cotton Aphid, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), to The Novel Anthranilic Diamide Insecticide Cyantraniliprole [J]. Pest Manag Sci, 2012, 68(4): 629-633.
- [18] 杨桂秋, 黄琦, 陈霖, 等. 新型杀虫剂溴氰虫酰胺研究概述[J]. 世界农药, 2012, 34(12): 19-21.
- [19] 李斌, 杨辉斌, 王军锋, 等. 四氯虫酰胺的合成及其杀虫活性[J]. 现代农药, 2014, 13(3): 17-20.
- [20] LI Bin, YANG Hui-bin, WANG Jun-feng, et al. 1-Substituted Pyridyl-pyrazolyl Amide Compounds and Uses Thereof: US, 8492409[P]. 2013-07-23.
- [21] FISCHER R, FUNKE C, GESING E R, et al. Tetrazole Substituted Anthranilic Acid Amides as Pesticides: WO, 2010069502[P]. 2010-06-24.
- [22] KOBAYASHI Y, DAIDO H, KATSUTA H, et al. Amide Derivative, Pest Control Agent Containing the Amide Derivative, and Use of the Amide Derivative: US, 2011201687[P]. 2011-08-18.

## 加拿大对烟熏剂提出更多要求

加拿大有害生物管理局 (PMRA) 决定, 在采取额外的风险缓解措施后, 允许磷化铝、磷化镁烟熏剂的续展登记。为降低烟熏剂健康风险, 2007年强制实施了一些临时措施。

在随后对有效成分的再评估过程中, PMRA 要求烟熏剂使用时必须建立最小50米的缓冲区, 以保护工人和路人安全。对于人员不能疏散的场地, 例如学校和医院, 必须建立至少200米的缓冲区。缓冲区建立后, 施药人员应沿缓冲区

边界设立多个监测点, 持续监测空气中磷化氢浓度。一旦磷化氢浓度接近0.1mg/L限量, 施药人员必须采取合理措施, 例如扩大缓冲区范围。PMRA同时提出多个标签改进要求, 要求标注新的风险缓解措施, 提供特别的清晰的使用说明。

PMRA要求在2016年6月30日前提供尽可能多的风险缓解措施。

(段丽芳 译自《Agrow》No.20150907)