

◆ 综述与专论 ◆

含三氟甲基吡啶结构的杀虫剂研究进展

徐方舟, 陈顺红, 郭声鑫, 魏盼盼, 吴 剑*

(贵州大学绿色农药与农业生物工程教育部重点实验室 / 国家重点实验室培育基地, 贵阳 550025)

摘要: 三氟甲基吡啶衍生物具有广泛的生物活性。三氟甲基吡啶是农药结构中常见的活性亚结构, 也是近年来绿色农药创制研究中受关注较多的亚结构。笔者总结了近年来国内外在三氟甲基吡啶结构杀虫剂的研发方面情况, 并展望其发展趋势。

关键词: 三氟甲基吡啶; 杀虫活性; 研究进展

中图分类号: TQ 453 文献标志码: A doi: 10.3969/j.issn.1671-5284.2021.04.001

Research Progress of Insecticides Containing Trifluoromethylpyridine

XU Fangzhou, CHEN Shunhong, GUO Shengxin, WEI Panpan, WU Jian*

(State Key Laboratory Breeding Base of Green Pesticide and Agricultural Bioengineering, Key Laboratory of Green Pesticide and Agricultural Bioengineering, Ministry of Education, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Trifluoromethylpyridine derivatives have a wide range of biological activities. It is a common active substructure in pesticide structure, which is also a more concerned substructure in the development of green pesticide in recent years. In this paper, the progress of trifluoromethylpyridine insecticides was summarized, and its development trend was prospected.

Key words: trifluoromethylpyridine; insecticidal activity; research progress

三氟甲基 (CF₃) 等含氟基团可以改善药物的吸收、分布、代谢和排泄等性质, 是一类非常有用的结构基序, 在医药和农用化学品领域具有十分广泛的应用^[1-6], 特别是氟烷基化化合物具有与非氟烷基化类似物的优异亲油性、结合选择性、生物利用度和代谢稳定性。由于这些特性, 人们一直致力于制备含氟烷基的农药, 特别是含三氟甲基吡啶新农药已成为绿色农药创制的重要研究领域^[7], 近年来在含氟农药领域占据越来越重要的角色。目前已登记的含三氟甲基吡啶的药物涉及杀虫剂、杀菌剂、除草剂等^[8], 部分结构见图1。

1 三氟甲基吡啶衍生物杀虫活性的研究进展

1.1 国外研究进展

含三氟甲基吡啶的结构多见于除草剂和杀菌剂中, 目前仅有5个含三氟甲基吡啶结构的杀虫剂产品 (图2)^[9]。实际上, 早在二十世纪八九十年代, 人们

就发现了多种具有杀虫生物活性的三氟甲基吡啶结构化合物, 结构见图2。1985年, Kristiansen等^[10]报道了一系列用四氢呋喃等排取代苯胺端苯环的化合物1。该类化合物对鳞翅目、同翅目、鞘翅目等昆虫均有抑制活性。随后原汽巴-嘉基公司的Hausermann等^[11]采用同样的策略, 发现了特效的氟啶蜱脒2。1988年, 日本石原产业公司在苯胺端通过氧原子引入2-氯-5-三氟甲基吡啶杂环, 成功开发出高效昆虫生长调节剂氟啶脒^[12]。该化合物对许多鳞翅目及直翅目、鞘翅目、膜翅目、双翅目等害虫有很高的活性, 能有效防治蔬菜、茶叶、棉花、水稻等多种作物上的鳞翅目、鞘翅目等害虫。对蚜虫、夜蛾、飞虱等类害虫无效, 但对很多重要的益虫高度安全。1993年, Denarie等^[13]用吡啶环替代苯环获得化合物4。该化合物对斜纹夜蛾有100%的防效。1995年, 由拜耳公司开发的化合物5在100 mg/L时对绿蝇属幼虫的致死率为100%^[14]。

收稿日期: 2020-11-26

基金项目: 国家自然科学基金项目 (21762012, 21562012) 高效低风险农药学科创新引智基地 (111 引智基地 D20023)

作者简介: 徐方舟 (1989—), 山东枣庄人, 博士研究生, 研究方向为新农药创制。E-mail: xufangzhou521@163.com

通信作者: 吴剑 (1981—), 男, 贵州毕节人, 博士, 教授, 主要从事新农药创制研究。E-mail: jwu6@gzu.edu.cn <http://www.cnki.net>

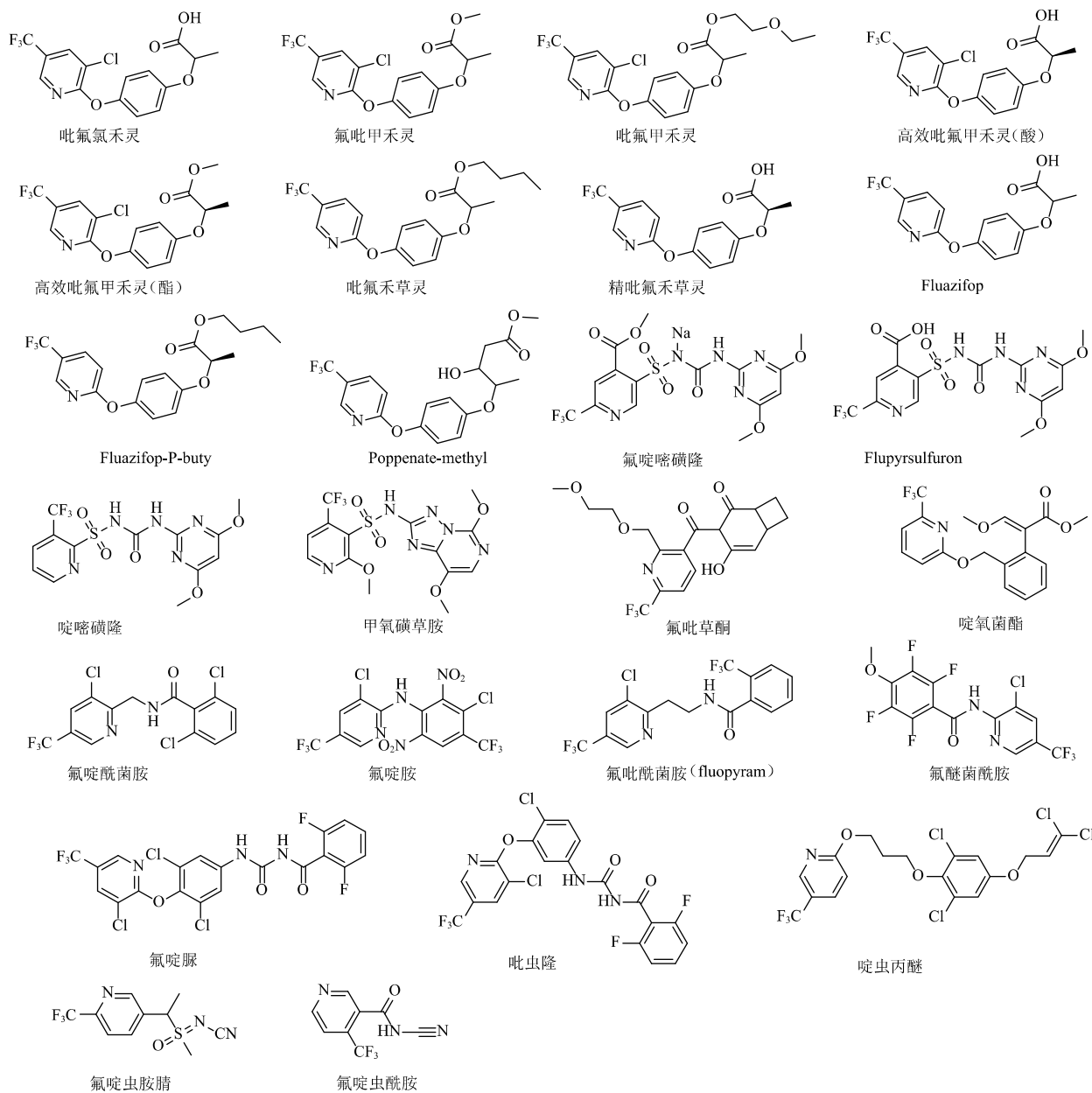


图1 含三氟甲基吡啶结构的部分商品化农药结构式

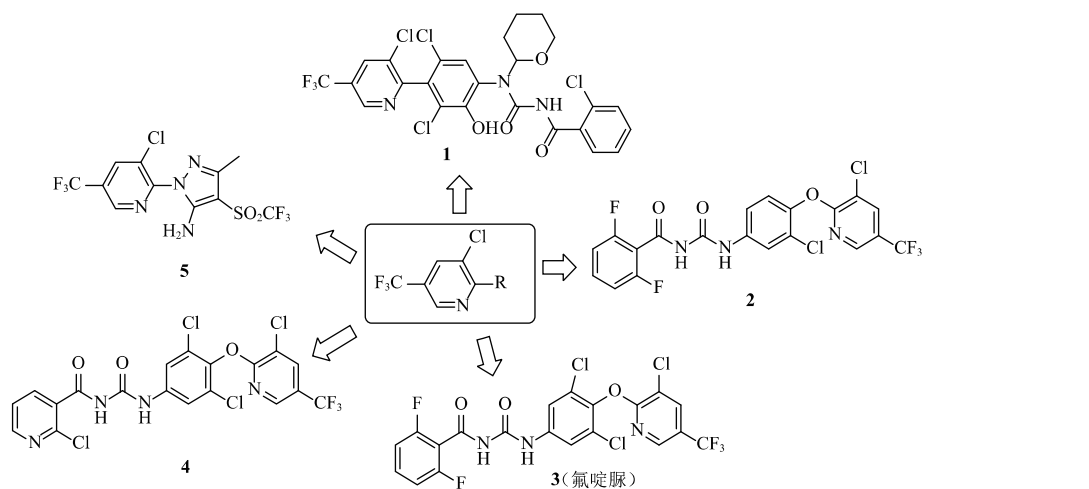


图2 具有杀虫活性结构化合物1~5结构式

二十一世纪以来,研究者对含三氟甲基吡啶结构的农药研究十分活跃^[15-21]。其中,在杀虫剂的创制方面,陶氏益农公司在本世纪初就发现了一批含三氟甲基吡啶结构的新烟碱类杀虫剂,上述氟啶虫胺胍就是其中最典型的结构之一。同时,一些氟啶虫胺胍的类似物也被报道具有优异的杀虫活性^[17-21],

如化合物6和7在较低浓度时对棉蚜(*Aphis gossypii*)的致死率大于90%;化合物6在3.125 mg/L时对桃蚜(*Myzus persicae*)致死率为100%;化合物8,9,10在0.78 mg/L时对棉蚜和桃蚜均具有较好的活性,致死率达到90%以上;化合物11在3.125 mg/L时对棉蚜及桃蚜的致死率大于90%(图3)。

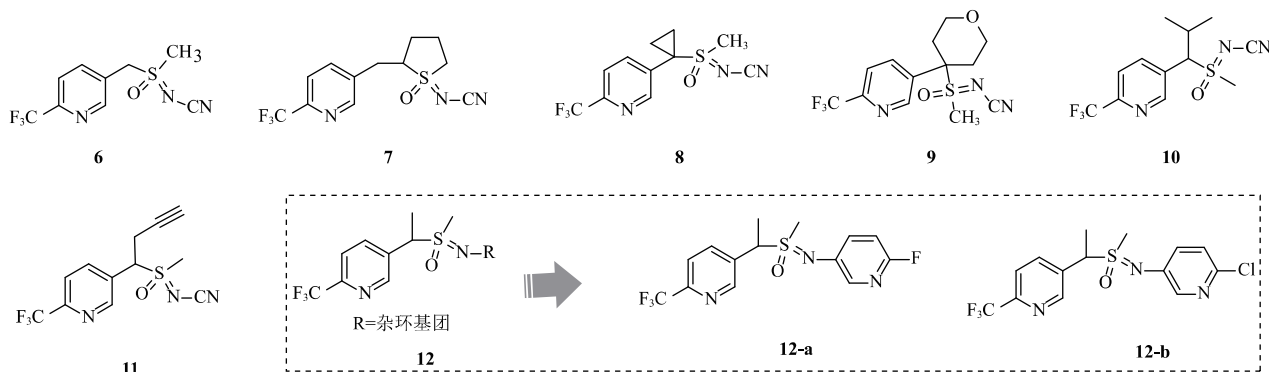


图3 氟啶虫胺胍类似物6~12结构式

2008年,Haga等^[22-23]将三氟甲基吡啶结构与三唑并吡啶相连,得到了对银叶粉虱、褐飞虱、桃蚜具有优良活性的化合物13。当R¹取代基为烷基,吡啶带有一个三氟甲基,在200 mg/L时对银叶粉虱的致死率达到80%以上,而专利中报道的化合物对褐飞虱和桃蚜也具有较好的防效,致死率均大于90%(图4)。

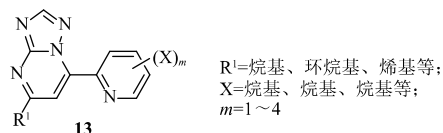


图4 具有三唑并吡啶三氟甲基吡啶结构化合物13结构式

2014年,Iwasa等^[24]报道了含手性结构的酰胺三氟甲基吡啶化合物14。该类化合物对线虫以及捻转血茅线虫具有良好的活性。Machata等^[25]也报道了含有(取代)酰胺的化合物15~18。该类化合物在质量浓度为500 mg/L对小菜蛾、棉蚜、褐飞虱等具有较好的生物活性。Yonemura等^[26-27]报道了含吡啶或咪唑类的哒嗪三氟甲基吡啶衍生物19。该类化合物对小菜蛾、褐飞虱等具有优良生物活性。之后,Tanabe等^[28]对上述结构继续进行改进,合成了化合物20。该类化合物对小菜蛾、褐飞虱、棉蚜等具有优良生物活性(图5)。

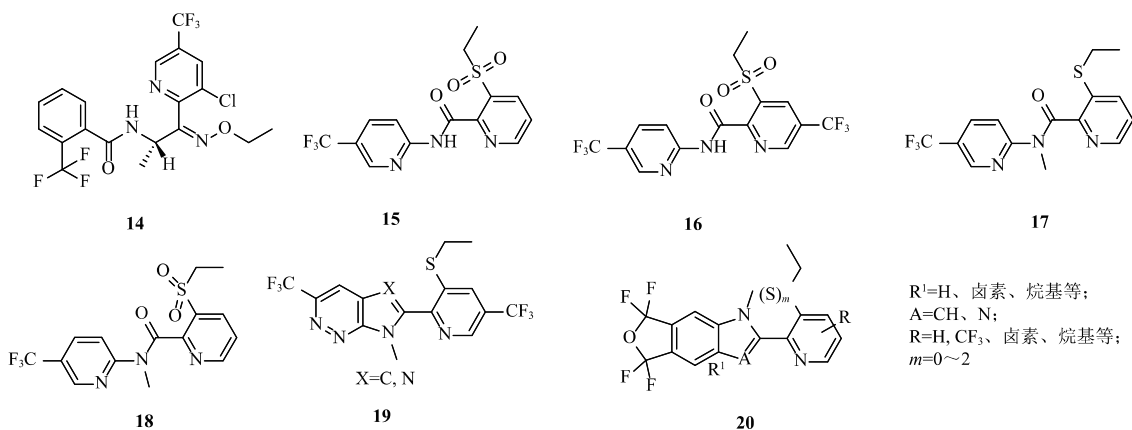


图5 化合物14~20结构式

2015年,日本住友化学株式会社报道了一系列含三氟甲基咪唑并吡啶类化合物21,并测试了这些化合物的杀虫活性,其中部分化合物具有较好的活性。化合物21-a在4 mg/L时对美洲大蠊的致死率为

100%。化合物21-b在0.25 mg/L时对美洲大蠊致死率为100%^[29]。基于噁(噻)二唑的良好活性基团,Muehlebach等^[30]报道了一系列含有(取代)酰胺三氟吡啶二唑类化合物22-a、22-b。该系列化合物对小菜

蛾、桃蚜等具有良好的防效。同年,Muehlebach等^[31]持续报道了含三唑的三氟吡啶化合物23,并对其进行了生物活性测试。测试表明,其小菜蛾、玉米根虫等害虫具有较好的生物活性,在12.5 mg/L时达到了100%致死率。Edmunds等^[32]报道了含有噻唑或者

噻二唑结构酰胺类三氟甲基吡啶类化合物。该类化合物在400 mg/L时对棉铃虫、桃蚜、小菜蛾、埃及伊蚊、西花蓟马均具有较好的活性,致死率超过了80%,其中化合物24、25在12.5 mg/L时对桃蚜具有80%的致死率(图6)。

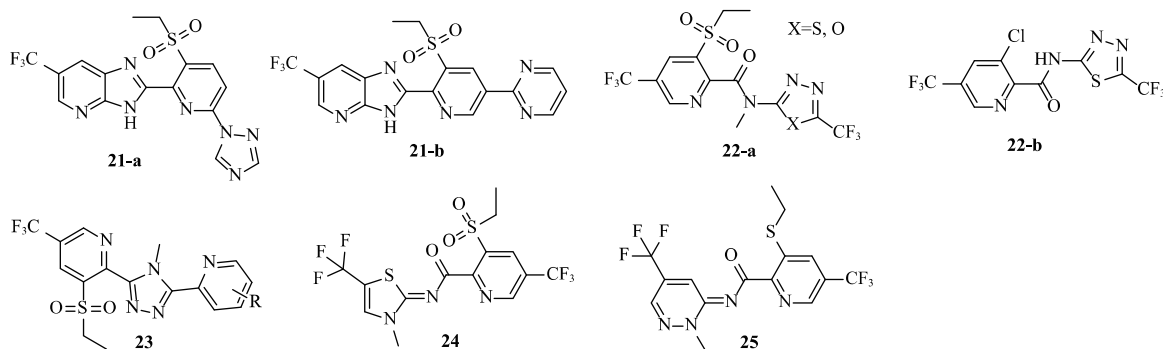


图6 化合物21~25结构式

2016年,日本住友株式会社报道了含砷三氟甲基吡啶类化合物26。报道中,化合物对棉蚜、褐飞虱、小菜蛾有较好的防效,其在200 mg/L下对棉蚜的致死率超过了90%^[33]。Muehlebach等^[34]报道了连有双三氟甲基吡啶结构的咪唑或者三唑类化合物27,得到一系列结构新颖的化合物杀虫活性广谱。该类化合物对棉叶虫、小菜蛾、玉米根虫、桃蚜、烟蓟马、烟粉虱、西花蓟马、二斑叶螨、埃及伊蚊等害虫具有较好的防效,其中部分化合物在12.5 mg/L下对埃及棉叶虫和小菜蛾杀死率都达到了100%。Tanabe和

日本住友株式会社^[36-37]报道了噻嗪结构及噻啉酮结构的三氟甲基吡啶类化合物28~30。这些化合物对小菜蛾、棉蚜、褐飞虱等具有良好的生物活性。Yonemura^[38]报道含咪唑[4,5-c]噻嗪化合物31、32。该类化合物对桃蚜、小菜蛾、烟粉虱、小菜蛾、棉叶虫具有较好的活性,其中化合物在12.5 mg/L的浓度下,它们对棉叶虫的致死率依然大于80%。此外,Zhang等^[39]将三氟甲基吡啶和醚结构连接,得到了对桃蚜、棉蚜、烟粉虱等具有较好杀虫活性的结构33~34(图7)。

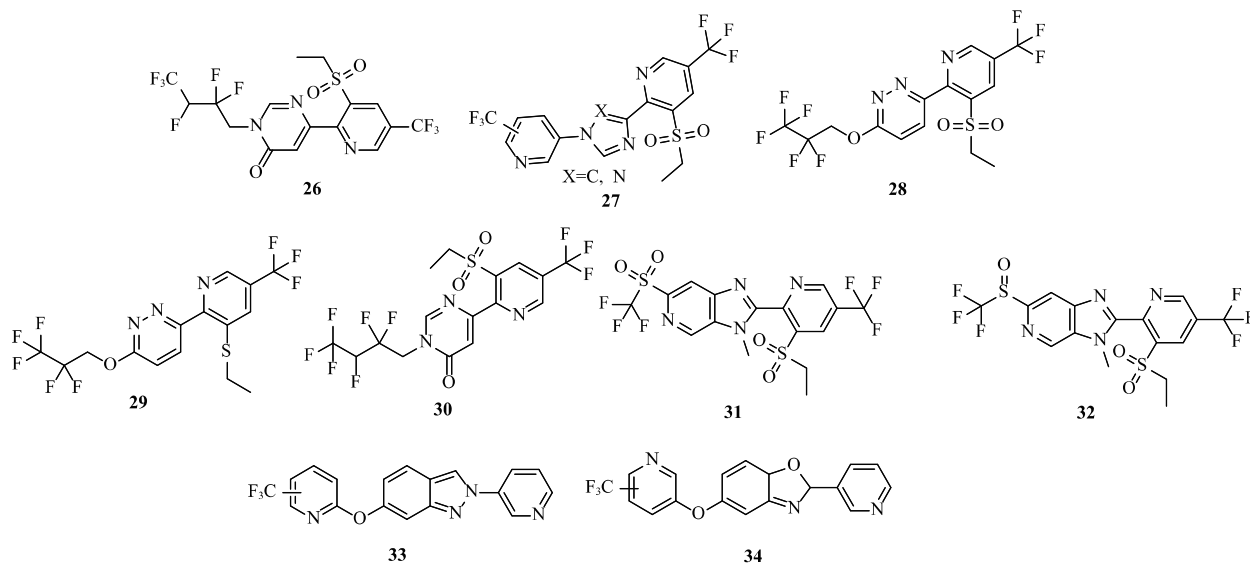


图7 化合物26~34结构式

2017年,Jeschke等^[40]报道了三氟甲基联吡啶类化合物35。该类化合物对铜绿蝇、草地贪夜蛾、桃蚜、微小牛蜱具有良好的杀虫效果。此外,Gusmeroli

等^[41]报道了含有三氟甲基吡啶结构的咪唑二酮类化合物36。该类化合物在农业作物中可用于防治线虫,对寄生虫有效且无植物毒性(图8)。

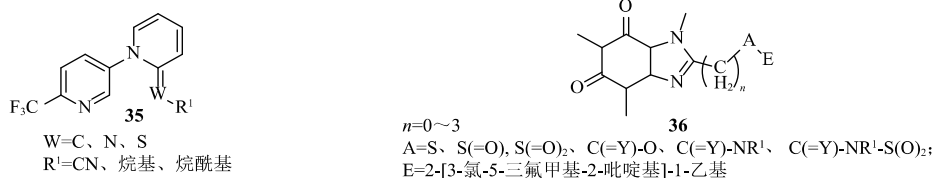


图 8 化合物 35~36 结构式

1.2 国内研究进展

此外, Li等^[42]报道了含6-取代吡啶基喹唑啉酮类化合物37。该系列化合物在低浓度下具有良好的杀蚜虫活性。化合物37-a在5 mg/L下具有100%的

致死率,但是随着浓度的降低,死亡率也随之下降;化合物37-b虽然在5 mg/L下没有达到100%致死率,但是死亡率基本不随浓度的降低而变化(图9)。

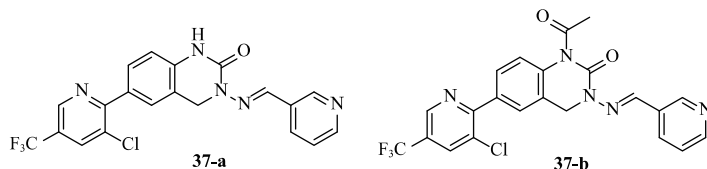


图 9 化合物 37 结构式

2018年, Xu等^[43]报道了含氮杂环化合物38、39。该类化合物具有非常好的杀线虫活性,在40 mg/L浓度下表现最佳(图10)。

此外, Wang等^[44]报道了含三氟甲基吡啶的哌嗪胺类化合物。专利中,化合物对害螨及螨卵有抑杀作用。该系列化合物在10 mg/L时具有100%螨卵杀灭率,当浓度降低到1 mg/L时,杀卵活性依然高于对照

药剂螺螨酯,继续降低浓度到0.1 mg/L时,化合物40和41的杀卵活性依旧大于50%。同年, Chen等^[45]报道含有内酯酰胺的三氟甲基吡啶类化合物。该类化合物不仅具有光谱的杀菌性,而且对于南方根结线虫也具有良好的效果,其中化合物42、43、44的LC₅₀值分别为12.256、10.876、10.982 mg/L,均好于噻唑膦的16.405 mg/L(图11)。

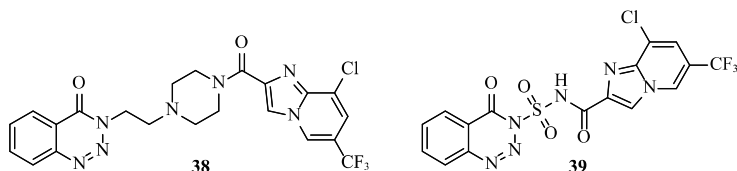


图 10 化合物 38~39 结构式

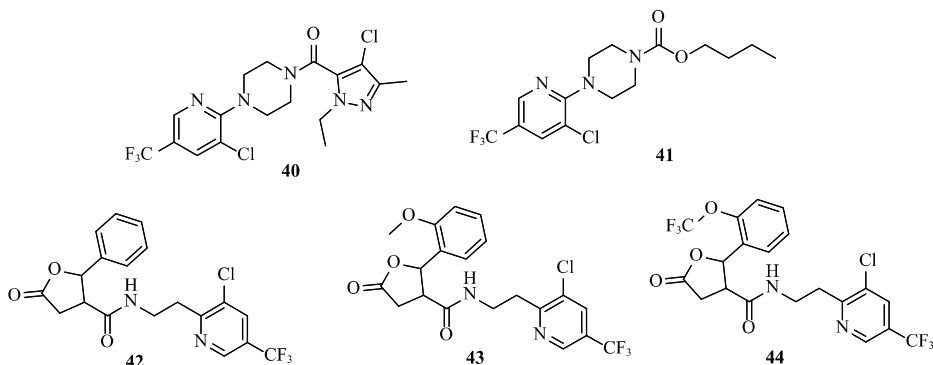


图 11 化合物 40~44 结构式

2019年, Wang等^[46]报道了含哌嗪的三氟甲基吡啶结构化合物45、46、47在100 mg/L时对小菜蛾具有100%的致死率,当浓度降到10 mg/L有大于60%的致死率。Chen等^[47]报道了以哌嗪为连接剂的1,2,3-苯

并三嗪-4-酮衍生物,当取代基为三氟甲基吡啶结构48,浓度降到20 mg/L时,其对线虫的致死率为7.1%,低于对照试剂阿维菌素(致死率100%)。Xu等^[48]报道了含噻二唑酮的三氟甲基吡啶类化合物49、50、51。

该类化合物对小菜蛾、甜菜夜蛾、朱砂叶螨、柑橘全爪螨等具有较好的防效,其中化合物51在2.5 mg/L时对小菜蛾和朱砂叶螨的致死率分别为81.3%和74.3%。此外,Xu等^[49]报道了稠杂环类的三氟甲基

吡啶类化合物52、53。该类化合物对小菜蛾2龄幼虫、甜菜夜蛾2龄幼虫、蚜虫成虫、红火蚁工蚁具有较高的杀虫活性,其中对红火蚁具有延时杀虫效果(图12)。

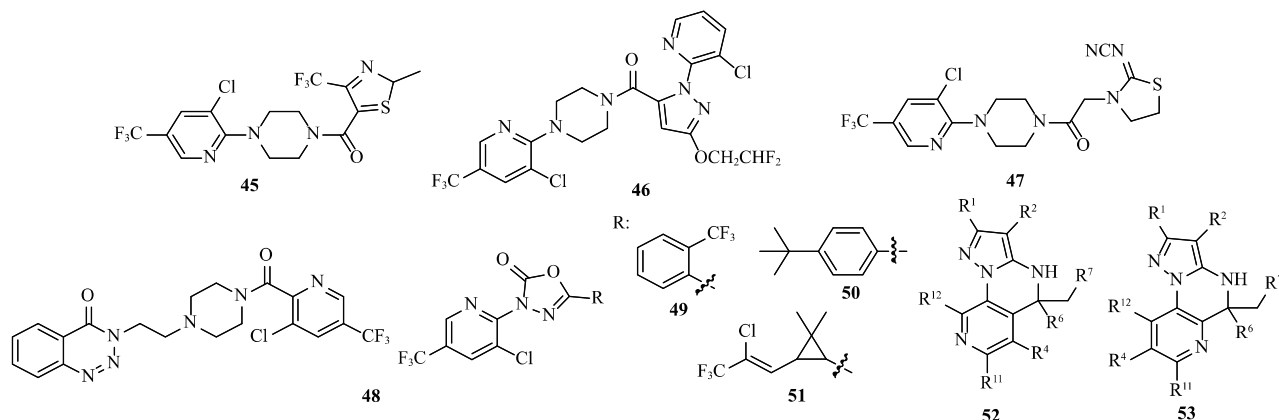


图12 化合物45~53结构式

2020年,Wu等^[50]对氯虫苯甲酰胺进行改进,合成了部分含N-芳基吡咯双酰胺的三氟甲基吡啶类化合物54。该类化合物对小菜蛾具有优良的杀虫活性,LC₅₀值分别为2.3和3.2 μg/mL(图13)。

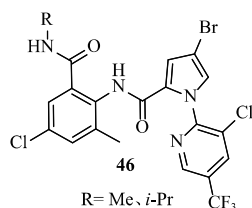


图13 化合物54的结构

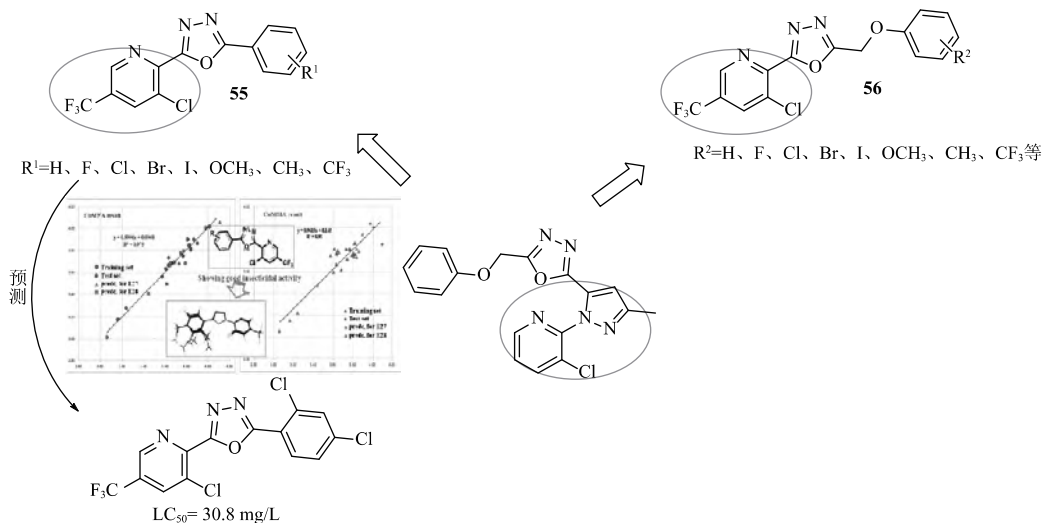


图14 含有噁二唑三氟甲基吡啶化合物55、56结构式

基于氯虫酰胺结构,结合三氟甲基吡啶结构活性基团,笔者也进行了大量改造,将吡啶联吡啶换成三氟甲基吡啶结构,得到了含有双酰胺类的三氟

甲基吡啶类化合物57^[53]。该类化合物对小菜蛾和棉铃虫具有优异的杀虫活性,含异丙基LC₅₀值为3.7 mg/L。此外,将度夫碱结构引入,代替其原有的甲基

等烷基结构 58,具有一定的杀虫活性,但其抗植物病毒活性尤为明显^[54]。最近,继续报道了含手性结构的化合物 59^[55]。该类化合物对于小菜蛾、玉米螟、黏虫等良好的生物活性。此外,将吡啶和苯之间的

酰胺键换成了硫脲和酰基脲,得到了含硫脲和酰基脲结构的双酰胺三氟甲基吡啶类化合物 60。生物活性测试表明,其对小菜蛾和褐飞虱具有杀虫活性^[56](图 15)。

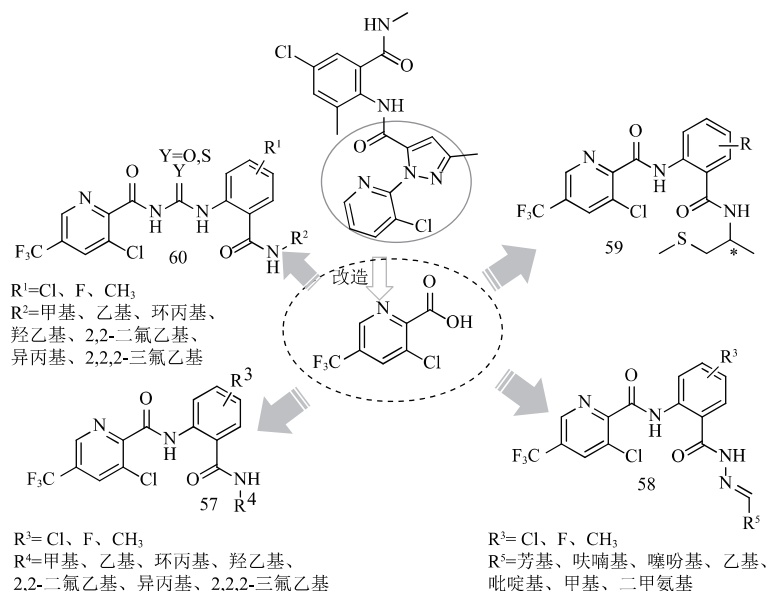


图 15 改造后双酰胺三氟甲基吡啶化合物 57~60 结构式

3 结论与展望

经过近十年的发展,三氟甲基吡啶的衍生物在杀虫活性方面涌现了大量的新结构。通过在三氟甲基吡啶结构中引入不同的杂环基团,特别是同时在三氟甲基吡啶环上引入乙基、乙磺酰基等结构时,得到的部分化合物对多种害虫,如鳞翅目、同翅目、鞘翅目、双翅目、半翅目、缨翅目以及蜚蠊目都具有良好的杀虫活性和广谱的特点,克服了现有部分商品化杀虫剂靶标单一、杀虫谱窄的缺点。然而,该类活性化合物的作用机制研究基本没有相关报道。因此,在将来的研究中,特别是弄清楚该类化合物的作用机制或靶标,并结合药物设计手段,充分考虑在现有三氟甲基吡啶环上引入乙基、乙磺酰基等结构,有望发现结构新颖的杀虫化合物。

参考文献

- [1] TOMASHENKO O A, GRUSHIN V V. Aromatic trifluoromethylation with metal complexes[J]. Chemical Reviews, 2011, 111(8): 4475-4521.
- [2] 代阿丽, 郭声鑫, 李传会, 等. 含“—S=N—CN”结构的三氟甲基吡啶酰胺衍生物的合成及杀菌活性[J]. 现代农药, 2020, 19(2): 21-28.
- [3] 谭海军. 新型介离子噻唑酮类杀虫剂三氟基噻唑及其开发[J]. 现代农药, 2019, 18(5): 42-46.
- [4] 张坡, 张熹晗, 张石鑫, 等. 三氟乙基硫醚(亚砷)类化合物的设计、合成及其杀螨活性研究[J]. 现代农药, 2019, 18(1): 16-19.
- [5] GUO S X, HE F, DAI A L, et al. Synthesis and biological activities of novel trifluoromethylpyridine amide derivatives containing sulfur moieties[J]. RSC Advances, 2020, 10(59): 35658-35670.
- [6] 杨吉春, 吴娟, 刘允萍, 等. 含氟农药开发的新进展[J]. 农药, 2011, 50(4): 289-295.
- [7] 邓红霞. 三氟甲基吡啶衍生物类农药综述[J]. 浙江化工, 2011, 42(8): 1-3; 9.
- [8] 徐方舟. 新型含氟吡啶衍生物的设计合成及生物活性研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2018.
- [9] YANG J C, WU J, CUI D L, et al. Substituted diacryl benzenesulfonamide compound and purpose thereof: CN, 105712926 [P]. 2016-06-29.
- [10] KRISTIANSEN O, DRABEK J. Phenylbenzoylureas: EP, 165903 [P]. 1985-12-27.
- [11] HAUSERMANN W, MAURER M, FRIEDEL T. Preparation of N-3-[[5-(trifluoromethyl)-2-pyridyl]oxy] phenyl-N'-benzoylureas for combating helminths in livestock: EP, 230400[P]. 1987-07-29.
- [12] UNGER T A. Pesticide Synthesis Handbook[M]. London: William Andrew Publishing, 1996: 219.
- [13] DENARIE M, MORITA M, TOKI T, et al. Preparation of N-pyridylcarbonyl-N'-[4-(aryloxy) phenyl] ureas as pesticides: FR, 2686341[P]. 1993-07-23.
- [14] STETTER J, ALIG P, MARHOLD A, et al. Substituted pyridylpy-

- zoles: DE, 4414333[P]. 1995-10-26.
- [15] WITSCHER M, SEISER T, JOHANNES M, et al. Herbicidal phenylpyridines: WO, 2016120116[P]. 2016-08-04.
- [16] THOMPSON W, JACKSON P, LINDSAY D, et al. Agricultural chemicals: WO, 2015040352[P]. 2015-03-26.
- [17] LOSO M R, NUGENT B M, HUANG J X, et al. Preparation of insecticidal *N*-substituted (6-haloalkylpyridin-3-yl) alkyl sulfoximines: WO, 2007095229[P]. 2007-08-23.
- [18] LOSO M R, NUGENT B M, HUANG J X. *N*-Substituted (heteroaryl) cycloalkyl sulfoximines are effective at controlling insects: WO, 2008027073[P]. 2008-03-06.
- [19] ZHU Y M, LOSO M R, NUGENT B M, et al. Multisubstituted pyridyl sulfoximines and their use as insecticides: US, 20080108667[P]. 2008-05-08.
- [20] BABCOCK J M. Increasing plant vigor with sulfoximines: US, 20090023782[P]. 2009-01-22.
- [21] NUGENT B M, BUYSE A M, BABCOCK J M, et al. Preparation of heterocyclic compounds as pesticides: US, 20090029863 [P]. 2009-01-29.
- [22] HAGA T, KIMURA H, MORITA M, et al. Preparation of pyridyl-triazolopyrimidines as pesticides: WO, 2008099902[P]. 2008-08-21.
- [23] HAGA T, KIMURA H, MORITA M, et al. Preparation of pyridyl-triazolopyrimidine derivatives as pesticides: WO, 2010018853[P]. 2010-02-18.
- [24] IWASA M, TSUJI K, TOMIZAWA M, et al. Preparation of oxime-substituted amide compounds as pest control agents: WO, 2014010737[P]. 2014-01-16.
- [25] MAEHATA R, MIZUNO H, SHIMIZU C, et al. Preparation of picolinamides, their pesticide compositions, and method for controlling noxious organisms: WO, 2014021468[P]. 2014-02-06.
- [26] YONEMURA I, FUKATSU K. Preparation of pyrrolo[2,3-*c*]pyridazine derivatives as agricultural and horticultural pesticides: WO, 2014148451[P]. 2014-09-25.
- [27] YONEMURA I, FUKATSU K, FURUYA T, et al. Preparation of imidazo[4,5-*c*]pyridazine derivatives as agricultural and horticultural insecticides: WO, 2014142292[P]. 2014-09-18.
- [28] TANABE T, ITO M, SHIMIZU C, et al. Preparation of fused heterocyclic compounds as pesticides: WO, 2014132971 [P]. 2014-09-04.
- [29] TANABE T, MIZUNO H, OKAMOTO H. Fushe heterocyclic compound and pest control application thereof: WO, 2015133603 [P]. 2015-09-11.
- [30] MUEHLEBACH M, EDMUNDS A, STOLLER A. Pesticidally active amide derivatives with sulphur containing substituents: WO, 2015117912[P]. 2015-08-13.
- [31] MUEHLEBACH M, TITULAER R, EMERY D, et al. Preparation of pesticidally active imidazole derivatives with sulphur containing substituents: WO, 2015144895[P]. 2015-10-01.
- [32] EDMUNDS A, HALL R G, MUEHLEBACH M, et al. Preparation of insecticidally active amide derivatives with sulfur-substituted phenyl or pyridine groups: WO, 2015177063[P]. 2015-11-26.
- [33] TANABE T, NOKURA Y, MAEHATA R, et al. Pyrimidinone compound: WO, 2016052247[P]. 2016-04-07.
- [34] MUEHLEBACH M, TITULAER R, EMERY D, et al. Preparation of arylimidazoles and aryltriazoles as pesticides: WO, 2016012395 [P]. 2016-01-28.
- [35] TANABE T, NOKURA Y, MAEHATA R, et al. Pyrimidinone compound: WO, 2016052247[P]. 2016-04-07.
- [36] TANABE T, NOKURA Y, MAEHATA R, et al. Preparation of pyridazine compounds for controlling harmful arthropods: WO, 2016052455[P]. 2016-04-07.
- [37] TANABE T, NOKURA Y, MAEHATA R, et al. Pyrimidinone compound: WO, 2016052247[P]. 2016-04-07.
- [38] YONEMURA I. Preparation of fused heterocyclic compound with cycloalkyl group or salt thereof as agricultural and horticultural insecticide: WO, 2016104746[P]. 2016-06-30.
- [39] ZHANG W M, ROSSI M A, SANA K. Preparation of heterocycle-substituted bicyclic azoles as pesticides: WO, 2016144678[P]. 2016-09-15.
- [40] JESCHKE P, GUTBROD O, FISCHER R, et al. Preparation of nitrogenous heterocycles as pesticides: WO, 2017005673 [P]. 2017-01-12.
- [41] GUSMEROLI M, D'ORAZIO G, FORGIA D, et al. Preparation of caffeine derivatives with nematocidal activity: WO, 2020075107 [P]. 2020-04-16.
- [42] LI B, WANG G, SONG, Y Q, et al. Preparation of 6-(pyridin-2-yl)-3,4-dihydroquinazolinone compounds as pesticide: CN, 104650038[P]. 2015-05-27.
- [43] XU X Y, LI Z, CHEN X L, et al. Nitrogen-containing heterocyclic compound having nematocidal activity, its preparation method and application: CN, 108276352[P]. 2018-07-13.
- [44] WANG M H, PENG Z, CUI H Q, et al. Compound containing fluorine pyridine piperazine amide and its application as acaricide: CN, 108822082[P]. 2018-11-16.
- [45] CHEN Z W. 5-oxo-2-phenyltetrahydrofuran-3-carboxamides as agricultural germicides and their preparation, pharmaceutical compositions and use in the treatment of plant fungal infections and pest control: CN, 108440510[P]. 2018-08-24.
- [46] WANG M H, XU L Z, PENG Z, et al. Fluorine-containing pyridyl acyl piperazine compounds and application thereof as insecticides: CN, 109336882[P]. 2019-02-15.
- [47] CHEN X L, JIA H W, LI Z, et al. Synthesis and nematocidal evaluation of 1,2,3-benzotriazin-4-one derivatives containing piperazine as linker against *Meloidogyne incognita*[J] Chinese Chemical Letters, 2019, 30(6): 1207-1213.

(下转第12页)

棉隆等,可直接申请采用“原药+制剂”的条件审查,可同时给予原药和剂型生产许可。

3.3.5原(母)药与制剂有效成分存在酸、盐转换情况的品种。由于管理政策的原因,导致这部分实际以盐或酯存在(销售)。对于这种以酸的形式来表达有效成分含量的品种,建议有关部门在不增加企业负担的基础上,出台相关政策,理顺原药和制剂的实际存在形式和有效成分含量的对应关系。

此外,对于不作为农药登记管理的品种,免于生产许可。生产前查验进货原材料的合法性,不得采

购国家规定应当许可而未取得许可的原材料生产。

参考文献

- [1] 杨峻. 浅谈当前农药临时登记审批中的常见问题[J]. 农药科学与管理, 2003, 2(10): 33-35.
- [2] 房娇娇.《农药登记管理办法》解读[J]. 农村实用技术, 2021(5): 7-8.
- [3] 周普国. 农药登记产品化学资料更加注重安全、绿色、科学、标准[J]. 农药市场信息, 2020(13).

(责任编辑:高蕾)

(上接第8页)

- [48] XU L Z, LIU L C, SUN J X, et al. Preparation of the 3-chloro-5-trifluoromethylpyridyl-1,3,4-oxadiazole-2-one and its agriculture application: CN, 109232550[P]. 2019-01-18.
- [49] XU H H, JIANG X Y, ZHAO C, et al. Fused heterocycle compound, its preparation method and application in preparing insecticides: CN, 109761989[P]. 2019-05-17.
- [50] WU C C, YU X B, WANG B L, et al. Synthesis, insecticidal evaluation and 3D-QASR of novel anthranilic diamides derivatives containing *N*-arylpyrrole as potential ryanodine receptor activators[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2020, 68 (35): 9319-9328.
- [51] XU F Z, WANG Y Y, LUO D X, et al. Design, synthesis, insecticidal activity and 3D-QSR study for novel trifluoromethyl pyridine derivatives containing an 1, 3, 4-oxadiazole moiety[J]. RSC Advances, 2018, 8(12): 6306-6314.
- [52] XU F Z, WANG Y Y, LUO D X, et al. Novel trifluoromethyl pyri-

dine derivatives bearing an 1, 3, 4-oxadiazole moiety as potential insecticide[J]. Chemisrselect, 2018, 3, 2795-2799.

- [53] WU J, XU F Z, WANG Y Y, et al. Phthalic diamide derivative containing trifluoromethylpyridine, its preparation and application in preparation of insecticide: CN, 107759518[P]. 2018-03-06.

- [54] WANG Y Y, XU F Z, LUO D X, et al. Synthesis of anthranilic diamide derivatives containing moieties of trifluoromethylpyridine and hydrazone as potential anti-viral agents for plants[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2019, 67(48): 13344-13352.

- [55] LUO D X, GUO S X, HE F, et al. Novel anthranilic amide derivatives bearing the chiral thioether and trifluoromethylpyridine: Synthesis and bioactivity[J]. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters, 2020, 30(3): 126902.

- [56] XU F Z, WU J, LUO D X, et al. Acylthiourea and acyl urea derivative containing trifluoromethylpyridine and its application as insecticide and anti-plant virus agent: CN, 110526863[P]. 2019-12-03.

(责任编辑:徐娟)

云南大学或将成为国内首个持有农药登记证的高校

农业农村部农药检定所日前公示2021年第7批拟批准登记新农药产品名单,云南大学或将成为首个持有中国农药登记证的国内高校。

据悉,本批公示的是第九届全国农药登记评审委员会第八次会议审议通过的26个新农药产品,其中包括云南大学申请的100亿CFU/g杀线虫芽孢杆菌B16母药和5亿CFU/g杀线虫芽孢杆菌B16粉剂,毒性级别均为微毒,后者拟登记防治番茄根结线虫。

中国农药信息网登记数据显示,含有“大学/学院/学校”字样的农药登记证持有人,目前仅有云南师范大学农药研究所1家(持有20%扑·乙粉剂登记证,登记证号为PD2009173),此前还有黑龙江八一农垦大学种衣剂厂、福建省厦门大学化工厂、湖南省师范大学生物实验工厂、北京农业大学试验药厂潜江分厂、北京农业大学植物生态工程研究所、东北林业大学应用化学技术研究所、天津市化工学校化工厂等。然而,这些单位均属于企业性质。

自2017年8月1日起施行的《农药登记管理办法》规定,农药登记申请人应当是农药生产企业、向中国出口农药的企业或者新农药研制者。其中,农药生产企业是指已经取得农药生产许可证的境内企业,向中国出口农药的企业是指将在境外生产的农药向中国出口的企业;新农药研制者是指在我国境内研制开发新农药的中国公民、法人或者其他组织。从《农药登记管理办法》实施4年来我国农药登记的情况来看,单独申请成功的新农药研制者寥寥无几,国内一些高校创制的新农药仍然习惯于授权、委托或者转让给生产企业进行登记。

(作者:刘刚 来源:农药快讯)