

季酮酸类新化合物 HNPC-A9012 的杀螨活性及田间防治效果

高德良, 裴 晖*, 欧晓明, 龙楚云, 于伟丽,
易正华, 白建军, 喻 快

(湖南化工研究院 国家农药创制工程技术研究中心, 长沙 410014)

摘 要: HNPC-A9012 是由湖南化工研究院设计并合成出的具有杀螨活性的季酮酸类化合物。采用叶片浸渍法和玻片浸渍法测定了 HNPC-A9012 对朱砂叶螨 *Tetranychus cinnatrinus* (Boisduval) 成螨的毒力, 采用叶片浸渍法测定了其若螨和卵的毒力, 并进行了盆栽药效试验、作物安全性试验及田间药效试验。结果表明: 玻片浸渍法测得 HNPC-A9012 对朱砂叶螨成螨的 LC_{50} 值为 4.73 mg/L, 叶片浸渍法测得其对朱砂叶螨卵、若螨和成螨的 LC_{50} 值分别为 10.91、1.95 和 3.82 mg/L。温室盆栽试验表明, 20% HNPC-A9012 悬浮剂在有效成分 60 和 80 mg/L 下, 施药 21 d 后对朱砂叶螨的防效分别达 81.64% 和 92.12%。陕西省的田间药效试验表明, 20% HNPC-A9012 悬浮剂在有效成分 45 和 60 g/hm² 下, 施药 21 d 后对朱砂叶螨的防效分别为 92.59% 和 95.64%; 河南省的田间防效总体偏低, 但仍与对照药剂 240 g/L 螺螨酯悬浮剂和 15% 哒螨灵乳油同剂量处理的防效相当。此外, 本研究还表明, 20% HNPC-A9012 悬浮剂在 80、160、320 mg/L 剂量下对供试作物安全。

关键词: 季酮酸类化合物; HNPC-A9012; 朱砂叶螨; 杀螨活性; 防治效果; 安全性

中图分类号: S482.3 文献标志码: A 文章编号: 1008-7303(2015)03-0267-07

Bioactivity and control efficacy of a novel tetrionic acid derivative HNPC-A9012 against *Tetranychus cinnatrinus* (Boisduval)

Gao Deliang, Pei Hui*, Ou Xiaoming, Long Chuyun,
Yu Weili, Yi Zhenghua, Bai Jianjun, Yu Kuai

(Hunan Research Institute of Chemical Industry, National Engineering Research Center for Agrochemicals, Changsha 410014, China)

Abstract: HNPC-A9012 is a novel tetrionic acid derivative developed by Hunan Research Institute of Chemical Industry. The toxicity of HNPC-A9012 against different growth stages of *Tetranychus cinnatrinus* (Boisduval) were tested in laboratory by dipping method. The control efficacy against *T. cinnatrinus* and safety to cotton seedling were also evaluated. The LC_{50} value of HNPC-A9012 against adults of *T. cinnatrinus* was 4.73 mg/L by slide-dip method, the LC_{50} value of HNPC-A9012 against eggs, nymphs and adults of *T. cinnatrinus* were 10.91, 1.95 and 3.82 mg/L respectively by leaf-

收稿日期: 2014-12-16; 录用日期: 2015-04-10.

作者简介: 高德良, 男, 助理研究员, 主要从事农药生物活性测定相关研究, E-mail: gaoliang03@163.com; *裴晖, 通信作者 (Author for correspondence), 男, 副研究员, 主要研究方向为农药学和昆虫毒理学, E-mail: pab2002@sohu.com

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAE06B01-02).

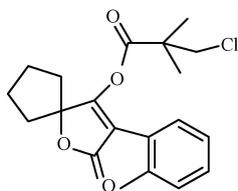
dipping method. The control efficacy of 20% HNPC-A9012 SC against *T. cinnatarinus* in potted plant were 81.64% and 92.12% at concentration of 60 and 80 mg/L, respectively, 21 days after treatment. The field control efficacy of 20% HNPC-A9012 SC against *T. cinnatarinus* in Shaanxi province were 92.59% and 95.64% at the dosage of 45 and 60 g/hm², respectively, 21 days after treatment. Though the field control efficacy of 20% HNPC-A9012 SC against *T. cinnatarinus* in He'nan province was lower than that of Shaanxi province, it was similar to that of 240 g/L spiroticlofen SC and 15% pyridaben EC at the same dosage treatment. In addition, there was no crop injury observed at concentration of 80, 160 and 320 mg/L.

Keywords: tetrionic acid derivatives; HNPC-A9012; *Tetranychus cinnatarinus*; acaricidal activity; control efficacy; safety

季酮酸也称为特窗酸,广泛存在于天然产物中,其许多衍生物具有杀虫、杀螨、除草、植物生长调节等农用生物活性^[1]。自拜耳公司开发出第一个季酮酸类杀螨剂螺螨酯^[2]后,又相继开发出了螺甲螨酯^[3]和具有双向内吸传导性能的螺虫乙酯^[4]。该类杀螨剂为脂质合成抑制剂,作用机理独特,对若螨及其卵具有优异的防治效果,且与现用杀螨剂之间无交互抗性,对环境安全^[5],是近年来杀虫、杀螨剂研究领域的热点^[6]。

朱砂叶螨 *Tetranychus cinnatarinus* (Boisduval) 又称棉花红蜘蛛、棉叶螨,我国各棉区均有发生,除为害棉花外,还为害玉米、小麦、大豆、蔬菜等,寄主广泛,危害严重且难以防治^[7]。它主要集中于植物叶背部危害,刺吸汁液,使叶面出现黄斑,严重时呈红叶、落叶等症状。其在棉花整个生育期都可害,暴发年份可造成大面积减产甚至绝收^[8-9]。随着转基因抗虫棉的大面积推广种植,棉铃虫的发生和危害大幅下降,而朱砂叶螨等次要害虫的发生却有加重的趋势^[10-11]。

HNPC-A9012 是由湖南化工研究院国家农药创制工程技术研究中心设计并合成出的具有杀螨活性的季酮酸类化合物,化学名称为 3-(2-甲基苯基)-2-氯代-1-氧杂螺[4,4]-壬-3-烯-4-基-氯代特戊酸酯,结构式见(Ⅰ),是以 1-羟基环戊基甲酸乙酯和 2-甲基苯乙酰氯为起始原料,经酯化、环合反应先得到中间体,再与氯代特戊酰氯反应制备得到的^[12]。该化合物已于 2010 年获得了中国发明专利。



(Ⅰ)

毒性试验结果表明:HNPC-A9012 对大鼠的急性经口及急性经皮毒性为低毒,对兔皮肤无刺激、兔眼轻度刺激,对豚鼠皮肤弱致敏,Ames 试验呈阴性,对雄性小鼠生殖细胞无致突变作用,对小鼠骨髓嗜多染红细胞无致微核作用。本研究以朱砂叶螨为靶标,系统地评价了 HNPC-A9012 对朱砂叶螨的生物活性和防治效果,包括对不同发育阶段螨的室内毒力测定、温室盆栽药效试验、多地田间药效试验,以及对棉花的安全性试验,旨在为该化合物进一步研究开发和推广应用提供科学依据。

1 材料与amp;方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试虫源 朱砂叶螨 *Tetranychus cinnatarinus* (Boisduval) 采自湖南常德田间,在室内经蚕豆苗繁育多年,已形成稳定的实验室种群。

1.1.2 药剂及试剂 95% HNPC-A9012 原药、98% 螺螨酯 (spiroticlofen) 原药、20% HNPC-A9012 悬浮剂,以及 *N,N*-二甲基甲酰胺 (DMF) 和 Tween-80,均由湖南化工研究院提供;240 g/L 螺螨酯悬浮剂,拜耳作物科学有限公司生产;15% 哒螨灵 (pyridaben) 乳油,山东淄博美田农药有限公司生产。

供试原药按要求称量后先用适量 DMF 溶解,再加入适量乳化剂 Tween-80,搅拌均匀后用含 0.1% Tween-80 的水溶液配制所需浓度药液;各供试农药制剂按要求称量后直接用水稀释,配制所需浓度药液。

1.1.3 供试棉花品种 中棉所 62、鄂抗棉 9 号、湘杂棉 2 号。

1.2 试验方法

1.2.1 对成螨的毒力测定

1.2.1.1 采用叶片浸渍法 将带有一定数量成螨的蚕豆苗剪下,在配制好的药液中浸渍 10 s 后取

出,吸去多余药液,插到装满水并已封口的烧杯上,烧杯下用水隔离。每处理 3 次重复,设清水对照处理。处理完毕置于观察室内培养,48 h 后检查并记录死亡情况^[13-14]。

1.2.1.2 采用玻片浸渍法 在玻片的一端贴上双面胶带,用毛笔挑选大小一致、行动活泼、体色鲜艳的成螨,将其背部粘在双面胶上,每片粘 4 行,每行 10 头。放入(25 ± 1)℃、相对湿度 80% 左右的生化培养箱中,2 h 后于体式显微镜下观察,剔除死亡和不活泼个体。将带螨玻片在药液中浸渍 10 s 后取出,吸干多余药液。每处理 3 次重复,设清水对照处理。处理完毕置于生化培养箱内培养,48 h 后检查并记录死亡情况^[15-16]。

1.2.2 对卵的毒力测定 参照 Keen 等^[17]和农药室内生物测定试验准则^[18]的方法并加以改进。选择新鲜的 6~8 叶期蚕豆苗,剪去顶部,在每株蚕豆苗上接种雌成螨 10 头左右,在 25℃ 下产卵,24 h 后移去雌成螨,检查记录卵粒数,用 4~28 h 卵龄的卵进行毒力测定。将带有卵的蚕豆苗剪下,在药液中浸渍 10 s 后取出,吸去多余药液,插到盛满水并已封口的烧杯上,烧杯下用水隔离。每处理 3 次重复,设清水对照处理。置于观察室内培养,待对照卵孵化并发育至若螨阶段时,检查并记录各处理孵化情况。

1.2.3 对若螨的毒力测定 选择新鲜的 6~8 叶期蚕豆苗,剪去顶部,在每株蚕豆苗上接种雌成螨 10 头左右,在 25℃ 下产卵,24 h 后移去雌成螨。待卵孵化后再进行浸液处理,供试若螨为 24~48 h 龄期。将带有若螨的蚕豆苗剪下,在药液中浸渍 10 s 后取出,其余同 1.2.2 节处理。置于观察室内培养,48 h 后检查并记录死亡情况。

1.2.4 温室盆栽药效试验 试验设 7 个处理:20% HNPC-A9012 悬浮剂有效成分 40、60、80 mg/L;240 g/L 螺螨酯悬浮剂有效成分 40、60、80 mg/L;清水对照。每处理 10 株棉花苗。

选择整齐一致的棉花盆栽幼苗,接种雌成螨后

置于温室内培养,待产卵后去除成螨。待若螨完全孵化 2 d 后用电动喉头喷雾器进行人工手动喷雾处理,喷雾器工作压力为 0.05 MPa,喷孔直径 1 mm,每株棉苗喷施 2 mL 药液。分别调查药前虫口基数及药后 1、3、7、14 和 21 d 活螨数,计算虫口减退率及防治效果。

1.2.5 作物安全性评价试验 试验设 4 个处理:20% HNPC-A9012 悬浮剂有效成分 80、160、320 mg/L 及清水对照。每处理 10 株棉花苗。选择整齐一致的棉花盆栽幼苗,用电动喉头喷雾器进行人工手动喷雾处理,喷雾器工作压力为 0.05 MPa,喷孔直径 1 mm,每株棉苗喷药 2 mL,21 d 后评价 20% HNPC-A9012 悬浮剂对棉花生长速率、植株形态和叶色等的影响^[19]。

1.2.6 田间药效试验 分别于 2012 和 2013 年在陕西和河南对棉花叶螨进行了田间药效试验。试验分别设 6 个处理:20% HNPC-A9012 悬浮剂有效成分 30、45、60 g/hm²;15% 哒螨灵乳油 60 g/hm²;240 g/L 螺螨酯悬浮剂 45 g/hm²;清水对照。小区面积 20 m²,重复 4 次,用利农 HD400 型背负式手动喷雾器喷洒。分别于处理后 1、3、7、14 和 21 d 观察统计活螨数,计算田间防治效果^[20]。

1.3 数据处理

采用 DPSv13.5 软件计算毒力回归方程、LC₅₀ 值及 95% 置信限,并就各处理的 LC₅₀ 值进行毒力比较,毒力倍数为对照药剂 LC₅₀ 值与测定药剂 LC₅₀ 值的比值;用 Duncan 氏新复极差法对温室盆栽药效和田间试验防效进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 HNPC-A9012 对朱砂叶螨的室内毒力

2.1.1 对朱砂叶螨成螨的毒力 HNPC-A9012 对朱砂叶螨成螨表现出较高的毒力,叶片浸渍法和玻片浸渍法测定的 LC₅₀ 值分别为 3.82 和 4.73 mg/L,毒力分别为螺螨酯的 0.48 倍和 0.99 倍(表 1)。

表 1 HNPC-A9012 对朱砂叶螨成螨的毒力

Table 1 Toxicity of HNPC-A9012 against adult mite of *T. cinnatarinus*

试验方法 Experimental method	药剂 Insecticide	回归方程 Regression equation	相关系数 <i>r</i>	LC ₅₀ (95% CL)/ (mg/L)	毒力倍数 Toxicity ratio
叶片浸渍法 Leaf-dipping method	HNPC-A9012	$y = 4.25 + 1.29x$	0.98	3.82(3.02~4.83)	0.48
	螺螨酯 spirodiclofen	$y = 4.58 + 1.60x$	0.99	1.82(1.53~2.16)	1
玻片浸渍法 Slide-dip method	HNPC-A9012	$y = 4.24 + 1.13x$	0.91	4.73(3.50~6.39)	0.99
	螺螨酯 spirodiclofen	$y = 3.81 + 1.78x$	0.99	4.66(3.89~5.59)	1

2.1.2 对朱砂叶螨若螨的毒力 HNPC-A9012 对 1.95 mg/L,但毒力低于螺螨酯,仅为螺螨酯毒力的朱砂叶螨若螨表现出良好的活性,其 LC₅₀ 值为 0.23 倍(表 2)。

表 2 HNPC-A9012 对朱砂叶螨若螨的毒力

Table 2 Toxicity of HNPC-A9012 against nymph of *T. cinnatarinus*

药剂 Insecticide	回归方程 Regression equation	相关系数 <i>r</i>	LC ₅₀ (95% CL)/ (mg/L)	毒力倍数 Toxicity ratio
HNPC-A9012	$y = 4.77 + 0.80x$	0.95	1.95(1.52 ~ 2.51)	0.23
螺螨酯 spirodiclofen	$y = 5.30 + 0.87x$	0.98	0.45(0.36 ~ 0.57)	1

2.1.3 对朱砂叶螨卵的毒力 HNPC-A9012 同样 砂叶螨卵的 LC₅₀ 值为 10.91 mg/L(表 3)。
表现出良好的杀卵活性,但毒力低于螺螨酯,其对朱

表 3 HNPC-A9012 对朱砂叶螨卵的毒力

Table 3 Toxicity of HNPC-A9012 against eggs of *T. cinnatarinus*

药剂 Insecticide	回归方程 Regression equation	相关系数 <i>r</i>	LC ₅₀ (95% CL)/(mg/L)	毒力倍数 Toxicity ratio
HNPC-A9012	$y = 4.12 + 0.85x$	0.95	10.91(7.89 ~ 14.91)	0.35
螺螨酯 spirodiclofen	$y = 4.48 + 0.88x$	0.92	3.83(2.92 ~ 5.01)	1

2.2 盆栽药效试验结果

温室盆栽条件下,20% HNPC-A9012 悬浮剂对朱砂叶螨具有较好的防效。药后 1 d,20% HNPC-A9012 和 240 g/L 螺螨酯悬浮剂各处理防效均较低,两药剂同剂量处理防效差异不显著;药后 3 d 和 7 d,各处理防效明显提高,其中药后 7 d,20% HNPC-A9012 悬浮剂 3 个处理防效均达到了 88.28% 以上,与 240 g/L 螺螨酯悬浮剂同剂量处理

防效差异不显著;药后 14 d,20% HNPC-A9012 悬浮剂和 240 g/L 螺螨酯悬浮剂各处理防效均达到较高的水平,同剂量处理下,除 40 mg/L 处理的防效间有显著差异外,其他处理差异不显著;药后 21 d,20% HNPC-A9012 悬浮剂和 240 g/L 螺螨酯悬浮剂各处理防效均出现不同程度的下降,但 60 和 80 mg/L 处理的防效仍保持较高水平(表 4)。

表 4 20%HNPC-A9012 悬浮剂对朱砂叶螨的盆栽药效

Table 4 Control efficacy of 20% HNPC-A9012 SC against *T. cinnatarinus* by pot experiment

药剂 Insecticide	有效成分质量浓度 Concentration, a. i. / (mg/L)	防治效果 Control efficacy/%				
		1 d	3 d	7 d	14 d	21 d
20% HNPC-A9012 SC	40	33.84 abc	76.31 a	92.55 ab	85.08 b	75.02 b
	60	32.89 abc	75.17 a	88.28 abc	89.85 ab	81.64 ab
	80	45.79 a	78.53 a	96.88 a	97.57 a	92.12 ab
240 g/L 螺螨酯悬浮剂	40	34.91 ab	69.29 ab	81.98 bc	89.11 a	74.54 b
	240 g/L spirodiclofen SC	60	51.59 a	78.50 a	92.95 ab	96.32 ab
80		47.13 a	77.81 a	96.16 a	98.20 a	94.05 a

注:同列数据后不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different letters after the data in the same column indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

2.3 20% HNPC-A9012 悬浮剂对棉花的安全性评价

采用 20% HNPC-A9012 悬浮剂在有效成分 80、160 和 320 mg/L 下对棉花进行茎叶喷雾处理,结果(表 5)表明,其对中棉所 62、鄂抗棉 9 号和湘杂棉 2 号棉花安全。试验过程中各处理棉苗生长一

致,未出现变色(包括褪绿、黄化、白化、花叶、锈斑、褐化、绿花等)、坏死(如斑点、枯斑、叶缘坏死、生长点)、生长发育延缓(如矮化、叶片伸展受抑、生长发育停滞等)、萎蔫(如植株失水萎蔫、青枯)及畸形(如叶片卷曲或扭曲变形、茎缢缩)症状。

表 5 20% HNPC-A9012 悬浮剂对棉花的安全性评价

Table 5 Safety assessment of 20% HNPC-A9012

SC to cotton seedling

棉花品种 Cotton variety	有效成分 质量浓度 Concentration, a. i. / (mg/L)	安全性 Safety
中棉所 62	80	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
Zhongmiansuo 62	160	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
	320	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
	80	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
鄂抗棉 9 号	80	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
Ekangmian 9	160	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
	320	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
	80	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
湘杂棉 2 号	80	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
Xiangzamian 2	160	无药害,安全 no phytotoxicity, safe
	320	无药害,安全 no phytotoxicity, safe

2.4 田间防治效果

20% HNPC-A9012 悬浮剂对田间朱砂叶螨表现出较优异的防效(表 6)。药后 1 d,其有效成分 45、60 g/hm² 处理与对照药剂 240 g/L 螺螨酯悬浮剂有效成分 45 g/hm² 处理的防效相当,速效性表现良好;药后 3 d,20% HNPC-A9012 悬浮剂各处理的防效逐步提高;药后 7 d,其 30、45、60 g/hm² 处理的防效均达 90.04% 以上,防效较为突出,且 45 和 60 g/hm² 处理下的防效与两对照药剂差异不显著;药后 14 d 和 21 d,20% HNPC-A9012 悬浮剂 45 和 60 g/hm² 两个剂量处理的防效均在 92.59% 以上,与对照药剂 15% 哒螨灵乳油和 240 g/L 螺螨酯悬浮剂防效相当,表现出优异的持效性。

表 6 20% HNPC-A9012 悬浮剂对朱砂叶螨的田间防效(陕西)

Table 6 Control efficacy of 20% HNPC-A9012 SC against *T. cinnatarinus* in field (Shaanxi province)

药剂 Insecticide	剂量 Dosage/ (g/hm ²)	防治效果 Control efficacy/%				
		1 d	3 d	7 d	14 d	21 d
20% HNPC-A9012 SC	30	74.62 c	87.84 b	90.04 b	80.90b	84.92 b
	45	83.79 b	91.60ab	92.37ab	94.68 a	92.59 a
	60	86.48 b	93.86 a	97.38 a	96.63 a	95.64 a
15% 哒螨灵乳油 15% pyridaben EC	60	92.72 a	96.45 a	94.34ab	91.49 a	91.50 a
240 g/L 螺螨酯悬浮剂 240 g/L spiroticlofen SC	45	84.37 b	97.50 a	98.46 a	98.58 a	99.15 a

注:同列数据后不同字母表示差异显著性($P < 0.05$)。

Note: Different letters after the data in the same column indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

与陕西省的结果相比,在河南省,20% HNPC-A9012 悬浮剂防治棉田朱砂叶螨的田间药效试验总体防效相对较低(表 7)。药后 1 d,其 45 和 60 g/hm² 处理与对照药剂 240 g/L 螺螨酯悬浮剂 45 g/hm² 处理的防效差异不显著;药后 3 d,各处理防效均有所提高;药后 7 d,20% HNPC-A9012 悬浮剂 45 和 60 g/hm² 处理的防效与对照药剂 15% 哒螨

灵乳油 60 g/hm² 处理防效相当;药后 14 d 各处理防效均达到最高水平,20% HNPC-A9012 悬浮剂 30、45 和 60 g/hm² 处理的防效均优于 15% 哒螨灵乳油 60 g/hm² 处理,45、60 g/hm² 处理防效与 240 g/L 螺螨酯悬浮剂 45 g/hm² 处理的防效相当;药后 21 d,20% HNPC-A9012 悬浮剂仍表现出较好的持效性(表 7)。

表 7 20% HNPC-A9012 悬浮剂对朱砂叶螨的田间防效(河南)

Table 7 Control efficacy of 20% HNPC-A9012 SC against *T. cinnatarinus* in field (He'nan province)

药剂 Insecticide	剂量 Dosage/ (g/hm ²)	防治效果 Control efficacy/%				
		1 d	3 d	7 d	14 d	21 d
20% HNPC-A9012 SC	30	60.58 c	68.52 c	75.67 c	76.78 b	71.67 b
	45	65.29 bc	74.41 b	79.40 bc	83.81 ab	77.33 b
	60	73.90 ab	78.52 b	87.34 ab	91.07 a	87.15 a
15% 哒螨灵乳油 15% pyridaben EC	60	78.30 a	89.32 a	85.62 b	68.39 c	54.67 c
240 g/L 螺螨酯悬浮剂 240 g/L spiroticlofen SC	45	67.69 b	87.76 a	92.17 a	88.53 a	85.19 a

注:同列数据后不同字母表示差异显著性($P < 0.05$)。

Note: Different letters after the data in the same column indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

3 小结与讨论

多项研究结果表明,季酮酸类杀螨剂螺螨酯对多种害螨均表现出突出的防效^[21],其对螨卵和若螨具有较强的杀伤、致死作用,对雌成螨有很强的致不育作用,受药雌成螨生存率、产卵数量和后代卵孵化率均有降低^[22-24]。同属季酮酸类的新化合物HNPC-A9012结构与螺螨酯有相似之处。本研究结果表明,HNPC-A9012在室内对螨卵、若螨及成螨的毒杀效果优异,与螺螨酯相近;在田间对朱砂叶螨的防治效果也与螺螨酯相当,45~60 g/hm²剂量下可有效控制朱砂叶螨的发生危害。HNPC-A9012属于低毒农药,且对作物安全,在田间最高供试剂量的1倍、2倍和4倍剂量处理下对供试作物的叶色、形态、生长等均未产生不良影响。

HNPC-A9012与螺螨酯结构相似、杀螨活性相近,推测其和螺螨酯可能具有相似的作用机制。HNPC-A9012在结构上大胆创新,有效降低了合成成本,同时其对人畜及作物安全,环境相容性好,符合现代农业发展要求,已被作为“十二五”高活性化合物进行开发研究,在未来将具有广阔的市场发展前景。

参考文献(Reference):

[1] 毕锡和. α -烯酰基二硫缩烯酮的合成及应用研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2006.
Bi Xihe. Studies on the synthesis and applications of α -alkenoyl ketene-(s, s)-acetals [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2006. (in Chinese)

[2] Fischer R, Bretschneider T, Krueger B W, et al. Preparation and insecticidal, acaricidal, herbicidal, and fungicidal activities of 3-aryl-4-hydroxy- Δ 3-dihydrofuranone and thiophenone derivatives: DE, 4216814[P]. 1993-01-21.

[3] Wachendorff-Neumann U. Preparation of 3-(2, 4, 6-trimethylphenyl)-4-neopentylcarbonyloxy-5, 5-tetramethylene- Δ 3-dihydrofuran-2-one as insecticide for controlling white flies: WO, 20000042850[P]. 2000-07-27.

[4] 刘长令. 2006年公开的新农药品种[J]. 农药, 2007, 46(2): 127-128.
Liu Changling. New agrochemicals disclosed in 2006 [J]. *Agrochemicals*, 2007, 46(2): 127-128. (in Chinese)

[5] 周勇. 新型杀螨剂螺螨酯的合成工艺及其衍生物的合成与生物活性研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2010.
Zhou Yong. Studies on the synthesis technology of spirodiclofen and the synthesis, bioactivity evaluation of the derivatives[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2010. (in Chinese)

[6] 何晓敏, 柴宝山, 孙旭峰, 等. 季酮酸类杀虫、杀螨剂的研究进展[J]. 农药, 2010, 49(6): 391-396.
He Xiaomin, Chai Baoshan, Sun Xufeng, et al. Advances on insecticidal and acaricidal of tetrionic acid derivatives [J]. *Agrochemicals*, 2010, 49(6): 391-396. (in Chinese)

[7] 何林, 谭仕禄, 曹小芳, 等. 朱砂叶螨的抗药性选育及其解毒酶活性研究[J]. 农药学报, 2003, 5(4): 23-29.
He Lin, Tan Shilu, Cao Xiaofang, et al. Study on resistance selection and activity of detoxification enzyme in *Tetranychus cinnabarinus* (Boidoval) [J]. *Chin J Pestic Sci*, 2003, 5(4): 23-29. (in Chinese)

[8] 王泽华, 魏书军, 石宝才, 等. 七种药剂对朱砂叶螨室内毒力测定及田间药效试验[J]. 北方园艺, 2012(17): 135-138.
Wan Zehua, Wei Shujun, Shi Baocai, et al. Toxicity and field control efficacy of seven acaricides to the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Arachnida: Tetranychidae) [J]. *Northern Horticulture*, 2012(17): 135-138. (in Chinese)

[9] 马惠, 周玉, 夏晓明, 等. 9种杀螨剂对朱砂叶螨不同发育阶段的室内毒力测定[J]. 中国农学通报, 2009, 25(23): 375-379.
Ma Hui, Zhou Yu, Xia Xiaoming, et al. Toxicities of nine acaricides to *Tetranychus cinnabarinus* of different developmental stages [J]. *Chinese Agric Sci Bull*, 2009, 25(23): 375-379. (in Chinese)

[10] 李秋红. 转基因棉对昆虫群落演变影响的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
Li QiuHong. A study on influences to insect community of transgenic cotton [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2006. (in Chinese)

[11] 邓曙东, 徐静, 张青文, 等. 转Bt基因棉对非靶标害虫及害虫天敌种群动态的影响[J]. 昆虫学报, 2003, 46(1): 1-5.
Deng Shudong, Xu Jing, Zhang Qingwen, et al. Effect of transgenic Bt cotton on population dynamics of the non-target pests and natural enemies of pests [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2003, 46(1): 1-5. (in Chinese)

[12] 赵东江, 邹建平, 杨彬, 等. 新型杀虫、杀螨剂HNPC-A9012合成研究[J]. 精细化工中间体, 2014, 44(3): 13-15.
Zhao Dongjiang, Zou Jianping, Yan Bin, et al. Process improvement of synthesis of HNPC-A9012 [J]. *Fine Chemical Intermediates*, 2014, 44(3): 13-15. (in Chinese)

[13] 陈年春. 农药生物测定技术[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991.
Chen Nianchun. Technology of Pesticides Bioassay [M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1991. (in Chinese)

[14] 裴晖, 欧晓明, 王永江, 等. 溴虫脲的杀虫活性及作用方式研究[J]. 现代农药, 2006, 5(1): 33-35.
Pei Hui, Ou Xiaoming, Wang Yongjiang, et al. Toxicity and mode of action of chlorfenapyr against insects [J]. *Modern Agrochemicals*, 2006, 5(1): 33-35. (in Chinese)

[15] Soderlund D M, Adams P M. Inhibition of octopamine-stimulated adenylate cyclase activity in two-spotted mites by

- dicofol and related diphenylcarbinol acaricides [J]. *Pestic Biochem Physiol*, 1993, 46(3): 228 - 235.
- [16] FAO. Plant production and Protection 21, Recommended Methods for Measurement of Resistance to Pesticides[M]. Italy: Rome, 1980: 49 - 54.
- [17] Keena M A, Grafton-Cardwell E, Granett J. Variability in response of laboratory-reared and field-collected populations of *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) to hexythiazox[J]. *J Econ Entomol*, 1991, 84(4): 1128 - 1134.
- [18] NY/T 1154. 5—2006, 农药室内生物测定试验准则 杀虫剂 (第 5 部分: 杀卵活性试验浸渍法) [S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- NY/T 1154. 5—2006, Pesticides guidelines for laboratory bioactivity tests(Part 5: The dipping test for insecticide ovicidal activity) [S]. Beijing: China Agriculture Press, 2006. (in Chinese)
- [19] NY/T 1965. 1—2010, 农药对作物安全性评价准则(第 1 部分: 杀菌剂和杀虫剂对作物安全性评价室内试验方法) [S]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- NY/T 1965. 1—2010, Guidelines for crop safety evaluation of pesticides(Part 1: Laboratory test for crop safety evaluation of fungicides and insecticides) [S]. Beijing: China Agriculture Press, 2011. (in Chinese)
- [20] GB/T 17980. 74—2004, 农药田间药效试验准则(二)(第 74 部分: 杀虫剂防治棉花红蜘蛛) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- GB/T 17980. 74—2004, Pesticide-Guidelines for the field efficacy trials(II)(Part 74: Insecticides against red spider on cotton) [S]. Beijing: China Standard Publishing House, 2004. (in Chinese)
- [21] 陆恒, 陈炳旭, 董易之, 等. 新型杀螨剂螺螨酯对桔全爪螨的活性及药效评价[J]. 中国南方果树, 2010, 39(5): 43 - 46.
- Lu Heng, Chen Bingxu, Dong Yizhi, *et al.* Activity and efficacy evaluation of new acaricide spiroticlofen against *Panonychus citri* McGregor[J]. *South China Fruits*, 2010, 39 (5): 43 - 46. (in Chinese)
- [22] Van Pattenberge S, Khajehali J, Van Leeuwen T, *et al.* Effects of spiroticlofen on reproduction in a susceptible and resistant strain of *Tetranychus urticae*(Acari: Tetranychidae) [J]. *Exp Appl Acarol*, 2009, 47(4): 301 - 309.
- [23] Marcic D. Sublethal effects of spiroticlofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) [J]. *Exp Appl Acarol*, 2007, 42(2): 121 - 129.
- [24] 孙瑞红, 王贵芳, 李爱华, 等. 螺螨酯对山楂叶螨的生物活性和防治效果[J]. 昆虫知识, 2010, 47(5): 968 - 973.
- Sun Ruihong, Wang Guifang, Li Aihua, *et al.* Effects of spiroticlofen on activity and efficacy of *Tetranychus viennensis* [J]. *Chinese Bull Entomol*, 2010, 47(5): 968 - 973. (in Chinese)

(责任编辑:金淑惠)

· 新书介绍 ·

《手性农药与农药残留分析新方法》

周志强 著

出版时间:2015-03-01 出版社:科学出版社

ISBN: 9787030436344 定价: ¥ 280.00 元 开本: 16



内容简介: 本书介绍了多种手性农药的分离分析方法及环境行为。利用色谱技术建立了不同环境样本中手性农药对映异构体的分离分析方法,系统地总结了手性农药对映异构体在土壤、水体、动物和植物等样本中的选择性行为,较为详细地描述了手性农药对映异构体在分布、残留、归趋、毒性等环境行为方面的差异。此外,还详细介绍了几种农药和其他药物残留分析的新方法。可供农药学、环境化学和分析化学等相关领域的研究人员参考。

相关链接: <http://product.dangdang.com/23681495.html>